MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

SERIE V. – TOMO II

Fascicolo Primo.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1892

MEMORIE

DELLA

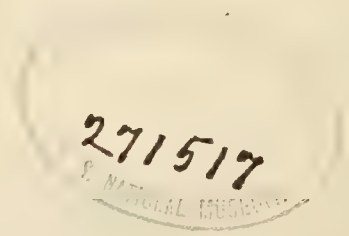
R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA

SERIE QUINTA

TOMO II.

BOLOGNA

TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI

1891

ANNO ACCADEMICO 1890-91

MEMBRI DELLA R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

ACCADEMICI UFFICIALI

PRESIDENTE

Ruffini Ing. Dott. **Ferdinando Paolo** Uffiz. ✠; Uffiz. ✠; Professore ordinario di Meccanica razionale e Rettore della R. Università di Bologna; incaricato di Statica grafica nella R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri in Bologna; Professore emerito della R. Università di Modena; Membro del Collegio degli Esaminatori pei Licei e Ginnasii del Regno; Socio permanente della R. Accademia di scienze, lettere ed arti di Modena; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti.

VICE-PRESIDENTE

Brugnoli Dott. **Giovanni** Cav. ✠; Comm. ✠; Comm. dell'Ordine Serbo del Tokowo; Professore ordinario di Patologia speciale medica, Membro del Consiglio Accademico e Preside della Facoltà Medico-Chirurgica della R. Università di Bologna; Vice-Presidente del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna.

SEGRETARIO

Cavazzi Ing. **Alfredo,** Professore straordinario di Chimica docimastica nella R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Bologna.

VICE-SEGRETARIO

Saporetti Dott. **Antonio** Cav. ✠; Professore ordinario di Astronomia e Direttore dell'Osservatorio Astronomico della R. Università di Bologna.

AMMINISTRATORE GRAZIOSO

Brugnoli Prof. **Giovanni,** predetto.

ACCADEMICI PENSIONATI O BENEDETTINI

SEZIONE PRIMA

Scienze Fisiche e Matematiche.

Beltrami Dott. **Eugenio** Cav. ; Comm. ; Cav. ; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Fisica matematica e di Meccanica Superiore della R. Università di Pavia; Professore emerito delle R. Università di Bologna e di Pisa; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo; Socio corrispondente della R. Società di Napoli e della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere ed arti di Modena; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino, e dell'Istituto di Francia.

Donati Dott. **Luigi** Cav. ; Professore ordinario di Fisica matematica nella R. Università di Bologna, e di Fisica tecnica nella R. Scuola di Applicazione per gl'Ingegneri.

Razzaboni Ing. Dott. **Cesare** Comm. ; Grande Uffiz. ; Professore ordinario d'Idraulica e Direttore della R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Bologna; Professore emerito della R. Università di Modena; Membro della Commissione conservatrice de' monumenti ed oggetti d'arte e di antichità in Modena; Membro della Giunta superiore del Catasto e Direttore dei lavori catastali per le Provincie di Modena e di Reggio Emilia; Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna; Socio permanente della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; ex Deputato al Parlamento.

Riccardi Ing. Dott. **Pietro** Uffiz. ; Comm. ; Professore ordinario di Geometria pratica nella R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Bologna (a riposo); Professore emerito della R. Università di Modena; Socio permanente della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio corrispondente della R. Accademia di scienze, lettere e belle

arti di Palermo; Membro della Deputazione di Storia patria per le Provincie Modenesi.

Righi Dott. **Augusto** Cav. ✠; Professore ordinario di Fisica nella R. Università di Bologna, ed Incaricato dell'insegnamento della Fisica pei Farmacisti; Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino, e del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti.

Ruffini Ing. Dott. **Ferdinando Paolo** *Presidente*, predetto.

Saporetti Prof. **Antonio** *Vice Segretario* predetto.

Villari Dott. **Emilio** Cav. ✠; Professore ordinario di Fisica ed Incaricato dell'insegnamento della Spettroscopia nella R. Università di Napoli; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei, della R. Società di Napoli, del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere, della R. Accademia delle scienze di Torino e dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

SEZIONE SECONDA

Scienze Naturali.

Bombicci Porta Dott. **Luigi** Cav. ✠; Comm. ✠; Professore ordinario di Mineralogia e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Bologna; Incaricato di Mineralogia e Geologia applicate nella R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Consigliere del Municipio di Bologna.

Capellini Dott. **Giovanni** Comm. ✠; Comm. ✠; Cav. ✠; Comm. con placca dell'Ordine dell'Aquila Rossa di Prussia; Grande Uffiz. dell'O. della Corona di Romania; Comm. di 1ª classe dell'O. del Leone di Zaehringen (Baden); Gr. Uffiz. dell'O. di S. Marino; Comm. dell'O. di Danebrog di Danimarca; Comm. dell'O. del Salvatore di Grecia; Comm. dell'O. della Stella Polare di Svezia; Comm. dell'O. del merito scientifico di S. Giacomo della Spada di Portogallo; Cav. dell'O. della Concezione di Portogallo; Cav. dell'O. della Rosa del Brasile; Cav. della Legion d'onore di Francia; Uffiziale dell'O. ottomano del Medijdié; Decorato delle Palme dell'Istruzione pubblica di Francia; Medaglia d'oro dei Benemeriti di Romania; Dottore in Leggi *honoris causa*, della Univer-

sità di Edinburgh; Senatore del Regno; Professore ordinario di Geologia nella R. Università di Bologna; Dottore aggregato della classe di scienze fisiche nella R. Università di Genova; Presidente del R. Comitato Geologico Italiano; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, della R. Accademia delle scienze di Torino, e della R. Società di Napoli; Presidente della R. Accademia Valdarnese del Poggio in Montevarchi; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Cavazzi Prof. **Alfredo,** *Segretario* predetto.

Ciaccio Dott. **Giuseppe Vincenzo** Cav. ✠; Comm. ♔; Preside della Facoltà di scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, e Professore ordinario di Anatomia e Fisiologia comparata e d'Istologia normale nella R. Università di Bologna; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Cocconi Dott. **Girolamo** Uffiz. ✠; Comm. ♔; già Membro del Consiglio Superiore e della Giunta di pubblica Istruzione, e del Consiglio Superiore di Sanità del Regno; Professore ordinario d'Igiene e di Materia Medica, Incaricato dell'insegnamento dell'Ezoognosia e Direttore della R. Scuola Superiore di Medicina Veterinaria di Bologna; Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Bologna; Professore emerito della R. Università di Parma; Membro della Commissione per la Farmacopea ufficiale del Regno.

Delpino Federico Uffiz. ♔; Professore ordinario di Botanica, Direttore dell'Orto Botanico, e Direttore della Scuola di Magistero in Scienze nella R. Università di Bologna; Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino.

Santagata Dott. **Domenico** Cav. ♔; Professore emerito di Chimica inorganica nella R. Università di Bologna.

Trinchese Dott. **Salvatore** Cav. ✠; Comm. ♔; già Membro del Consiglio Superiore e della Giunta di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Anatomia comparata ed Incaricato dell'Embriologia comparata nella R. Università di Napoli; Dottore aggregato della classe di scienze fisiche nella R. Università di Genova; Socio ordinario residente della R. Società di Napoli e dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società italiana delle scienze.

SEZIONE TERZA

Medicina e Chirurgia.

Albertoni Dott. **Pietro** Cav. ; Professore ordinario di Fisiologia sperimentale nella R. Università di Bologna; Socio corrispondente nazionale della R. Accademia dei Lincei.

Brugnoli Prof. **Giovanni** *Vice-Presidente* e *Amministratore grazioso,* predetto.

Calori Dott. **Luigi** Comm. ; Comm. ; Cav. ; Professore ordinario di Anatomia umana nella R. Università di Bologna; Membro della Commissione pei testi di Lingua; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere, e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena.

Gotti Dott. **Alfredo** Cav. ; Professore ordinario di Clinica Medica e Chirurgica Veterinaria, e Incaricato dell'Ostetricia Veterinaria e della Podologia nella Scuola Superiore di Medicina Veterinaria della R. Università di Bologna; Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna.

Novaro Dott. **Giacomo Filippo** Professore ordinario di Clinica Chirurgica nella R. Università di Bologna.

Taruffi Dott. **Cesare** Cav. ; Professore ordinario di Anatomia Patologica e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Bologna; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere.

Tizzoni Dott. **Guido** Cav. ; Professore ordinario di Patologia generale nella R. Università di Bologna; già Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna.

Verardini Dott. **Ferdinando** Cav. ; Cav. ; Medico primario dell'Ospedale di Bologna; R. Conservatore del vaccino per le Provincie dell'Emilia, delle Marche e dell'Umbria; già Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna.

ACCADEMICI ONORARI O NON PENSIONATI

SEZIONE PRIMA

Scienze Fisiche e Matematiche.

Colognesi Dott. **Alfonso** Professore titolare di Matematica nel R. Liceo *Galvani* di Bologna.

Cremona Ing. **Luigi** Grande Uffiz. ✠; Grande Uffiz. ✠; Consigliere Cav. ✠; Senatore del Regno; Vice-Presidente del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Matematiche superiori e Incaricato della Geometria analitica nella R. Università di Roma; Direttore della R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Roma; Direttore della Scuola di Magistero in scienze e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Roma; Professore emerito della R. Università di Bologna; Dottore *honoris causa* dell'Università di Edinburgo; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo; Socio ordinario non residente della R. Società di Napoli; Socio corrispondente nazionale della R. Accademia delle scienze di Torino e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Membro straniero della Società R. di Londra; Membro corrispondente delle R. Accademie delle scienze di Berlino, di Monaco, di Amsterdam; delle Società R. di Edinburgo, di Gottinga, di Praga, di Liegi.

D'Arcais Ing. **Francesco** Professore ordinario di Calcolo infinitesimale e Libero insegnante di Analisi superiore nella R. Università di Padova.

Fais Ing. **Antonio** Uffiz. ✠; Professore ordinario di Calcolo infinitesimale, Incaricato del Disegno d'ornato e di Architettura elementare e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Cagliari; Professore titolare di Matematica nel R. Liceo *Dettori* di Cagliari.

Filopanti Ing. **Quirico** Professore onorario della R. Università di Bologna; ex Deputato al Parlamento.

Gualandi Ing. **Francesco.**

Pincherle Dott. **Salvatore** Cav. ✠; Professore ordinario di Algebra e Geometria analitica e Incaricato di Geometria superiore nella R. Università di Bologna; Socio corrispondente della R. Accademia dei Lincei; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere.

Sacchetti Ing. **Gualtiero** Cav. ✠; Deputato al Parlamento; Rappresentante il Consorzio Universitario nel Consiglio direttivo della R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Bologna; Presidente del Consiglio Provinciale di Bologna; Consigliere del Municipio di Bologna.

SEZIONE SECONDA

Scienze Naturali.

Bertoloni Prof. **Antonio** Cav. ✠.

Brazzola Dott. **Floriano** Professore straordinario di Patologia generale e di Anatomia patologica nella Scuola Superiore di Medicina Veterinaria della R. Università di Bologna.

Ciamician Dott. **Giacomo** Cav. ✠; Professore ordinario di Chimica generale nella R. Università di Bologna; Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna.

Emery Dott. **Carlo** Cav. ✠; Professore ordinario di Zoologia nella R. Università di Bologna.

Fornasini Dott. **Carlo** Cav. ✠.

Giacomelli Prof. **Enrico.**

Gibelli Dott. **Giuseppe** Cav. ✠; Cav. ✠; Professore ordinario di Botanica, e Direttore dell'Orto Botanico nella R. Università di Torino; Membro residente della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio sopranumerario della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo; Socio corrispondente nazionale della R. Accademia dei Lincei.

Morini Dott. **Fausto** Professore straordinario di Botanica nella R. Università di Sassari; Libero insegnante con effetti legali di Botanica nella R. Università di Bologna.

SEZIONE TERZA

Medicina e Chirurgia.

Colucci Dott. **Vincenzo** Professore straordinario di Patologia generale e di Anatomia patologica nell'Istituto Veterinario della R. Università di Parma; Libero insegnante con effetti legali delle stesse materie nella R. Università di Bologna.

D'Ajutolo Dott. **Giovanni** Libero insegnante con effetti legali di Anatomia patologica nella R. Università di Bologna.

Fabbri Dott. **Ercole Federico** Professore ordinario di Ostetricia, di Clinica Ostetrica, e della Dottrina delle malattie delle donne e dei bambini, nella R. Università di Modena; Socio attuale della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena.

Gamberini Dott. **Pietro** Cav. ✠; Uffiz. ✠; Professore straordinario di Dermopatologia e Clinica dermopatica, Sifilopatologia e Clinica sifilopatica nella R. Università di Bologna (a riposo).

Gualandi Dott. **Giovanni.**

Massarenti Dott. **Carlo** Cav. ✠; Professore straordinario di Ostetricia, di Clinica Ostetrica e Pediatria nella R. Università di Bologna.

Murri Dott. **Augusto** Cav. ✠; Cav. ✠; Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Clinica Medica nella R. Università di Bologna; Professore onorario della Libera Università di Camerino; Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna; ex Deputato al Parlamento.

Vitali Dott. **Dioscoride** Professore ordinario di Chimica Farmaceutica, Direttore della Scuola di Farmacia e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Bologna; Membro della Commissione per la Farmacopea ufficiale del Regno; Membro del Consiglio Sanitario Provinciale di Bologna; Presidente onorario dell'Associazione generale de'Farmacisti italiani.

ACCADEMICI AGGREGATI

SEZIONE PRIMA

Scienze Fisiche e Matematiche.

Benetti Ing. **Jacopo** Uffiz. ; Comm. ; Professore ordinario di Macchine agricole, idrauliche e termiche, e Incaricato dell'insegnamento sul Materiale mobile delle strade ferrate nella R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Bologna.

SEZIONE TERZA

Medicina e Chirurgia.

Mazzotti Dott. **Luigi** Medico primario dell'Ospedale Maggiore di Bologna.

ACCADEMICI CORRISPONDENTI NAZIONALI

SEZIONE PRIMA

Scienze Fisiche e Matematiche.

Battaglini Ing. **Giuseppe** Uffiz. ; Comm. ; Cav. ; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Analisi superiore nella R. Università di Napoli; Socio Nazionale della R. Accademia dei Lincei; Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Presidente della Classe di scienze fisiche e matematiche della R. Società di Napoli; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Betti Ing. **Enrico** Grande Uffiz. ; Grande Uffiz. ; Cav. ; Comm.della Stella polare di Svezia; Senatore del Regno; Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Fisica matema-

tica, Incaricato di Astronomia e Meccanica celeste, e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Pisa; Direttore degli studi nella R. Scuola normale Superiore di Pisa; Socio corrispondente della R. Società di Napoli; Membro della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo, del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino, e di Gottinga; Membro della Società matematica di Londra.

Blaserna Dott. **Pietro** Uffiz. ✠; Comm. ✠; Cav. ✠; Senatore del Regno; già Membro del Consiglio Superiore e della Giunta di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Fisica sperimentale e Preside della Facoltà di scienze Fisiche, Matematiche e Naturali nella R. Università di Roma; Vice-Presidente della Società geografica italiana; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Segretario della R. Accademia dei Lincei per la classe di scienze Fisiche, Matematiche e Naturali; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Boncompagni S. E. Don **Baldassarre** dei Principi di Piombino; Membro onorario della R. Accademia delle scienze di Berlino; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, della R. Accademia delle scienze di Torino e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio residente dell'Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei.

Brioschi Ing. **Francesco** Gran Cordone ✠; Gr. Uffiz. ✠; Cav. ✠; Gr. Uffiziale della Legion d'onore e Comm. dell'Ordine del Cristo di Portogallo; Senatore del Regno; Membro del Consiglio Superiore e della Giunta di pubblica Istruzione; Professore ordinario d'Idraulica e Direttore del R. Istituto tecnico Superiore di Milano; Professore emerito della R. Università di Pavia; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo; Socio ordinario non residente della R. Società di Napoli; Membro della R. Accademia delle scienze di Torino; Presidente della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Socio corrispondente della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Membro corrispondente dell'Istituto di Francia, e della R. Accademia delle scienze di Berlino, di Gottinga, e di Pietroburgo; Membro delle Società matematiche di Londra e di Parigi.

Denza Padre **Francesco** Comm. ; Direttore dell'Osservatorio Meteorologico del R. Collegio *Carlo Alberto* in Moncalieri e della Specula Vaticana; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena e dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Socio Onorario della R. Accademia di scienze lettere e belle arti di Palermo.

De Rossi Prof. **Michele Stefano** Comm. dell'Ordine di S. Gregorio Magno; Socio corrispondente della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena.

Felici Dott. **Riccardo** Cav. ; Comm. ; Cav. ; Professore ordinario di Fisica sperimentale e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Pisa; Membro del Consiglio direttivo della R. Scuola normale superiore di Pisa; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze lettere ed arti, e della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Negri Barone **Cristoforo** Grande Uffiz. ; Gr. Uffiz. ; Inviato straordinario e Ministro plenipotenziario a riposo; 1° Presidente fondatore della Società geografica italiana; Consultore legale del Ministero per gli affari esteri; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e della R. Accademia delle scienze di Torino.

Palmieri Dott. **Luigi** Grande Uffiz. ; Gr. Uffiz. ; Cav. ; Senatore del Regno; Professore ordinario di Fisica terrestre e meteorologica, e Direttore dell'Osservatorio meteorologico Vesuviano nella R. Università di Napoli; Vice-Presidente dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Socio residente della R. Società di Napoli; Segretario dell'Istituto d'incoraggiamento alle Scienze naturali di Napoli; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Schiapparelli Ing. Prof. **Giovanni** Comm. ; Grande Uffiz. ; Cav. ; Comm. dell'Ordine di S. Stanislao di Russia; Senatore del Regno; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; 1° Astronomo e Direttore dell'Osservatorio Astronomico di Brera; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo; Socio corrispondente della R. Società di Napoli; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena

e della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Membro della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Membro corrispondente delle I. Accademie delle scienze di Vienna e di Berlino, dell'Istituto di Francia; della R. Accademia Svedese; della Accademia di Monaco, e della Società astronomica di Londra.

Siacci Ing. **Francesco** Cav. ✠; Comm. ✠; Luogotenente Colonnello nell'Arma di Artiglieria; Professore ordinario di Meccanica superiore nella R. Università di Torino, e Professore di matematiche applicate nella Scuola d'Applicazione delle armi di Artiglieria e Genio; Rappresentante il Ministero della guerra nel Consiglio di Amministrazione della R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Torino; Membro della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Deputato al Parlamento Nazionale.

Tacchini Ing. Prof. **Pietro** Comm. ✠; Direttore dell'Ufficio centrale di Meteorologia e dell'Osservatorio del Collegio Romano; Consigliere della Società geografica italiana; Socio corrispondente della R. Accademia dei Lincei, della R. Accademia delle scienze di Torino, del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Socio attivo della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo.

Tondini de' Quarenghi Padre Prof. **Cesare,** Barnabita.

SEZIONE SECONDA

Scienze Naturali.

Cannizzaro Stanislao Comm. ✠; Gr. Uffiz. ✠; Cav. ✠; Vice-Presidente del Senato del Regno; Membro del Consiglio Superiore di Pubblica Istruzione; Professore di Chimica generale, Direttore dell'Istituto Chimico e della Scuola di Farmacia e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Roma; Incaricato della Chimica docimastica nella R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Roma; Socio ordinario non residente della R. Accademia delle scienze di Torino e della R. Società di Napoli; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti, e del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere; Socio attivo della

R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino e delle I. Accademie delle scienze di Vienna e di Pietroburgo; Socio straniero della R. Accademia delle scienze di Baviera e della Società Reale di Londra.

Cossa Nob. Dott. **Alfonso** Comm. ✠; Comm. ♕; Comm. dell'Ordine d'Isabella la Cattolica di Spagna; Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Chimica docimastica, e Direttore della R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Torino; Incaricato della Chimica applicata ai prodotti minerali nel R. Museo Industriale Italiano; Membro del R. Comitato Geologico Italiano; Socio corrispondente del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere, del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti e della R. Accademia delle scienze di Napoli; Socio ordinario non residente dell'Istituto di incoraggiamento alle scienze naturali di Napoli; Presidente della R. Accademia di Agricoltura di Torino; Direttore della classe di scienze Fisiche, Matematiche e Naturali della R. Accademia delle scienze di Torino; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze; Socio effettivo della Società Imperiale Mineralogica di S. Pietroburgo.

Costa Achille Comm. ✠; Uffiz. ♕; Professore ordinario di Zoologia nella R. Università di Napoli; Socio ordinario residente della R. Società di Napoli e dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Segretario della Società Italiana delle scienze detta dei XL.

De Zigno Barone **Achille** Comm. ✠; Comm. ♕; Cav. dell'Ordine della Corona ferrea d'Austria; Cav. dell'Ordine della Concezione di Portogallo; Uffiziale dell'Accademia di Francia; decorato della Croce di San Lodovico pel Merito civile; Membro del R. Comitato geologico Italiano; Socio ordinario non residente della R. Società di Napoli; Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino; Membro del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti; Corrispondente nazionale della R. Accademia dei Lincei; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Omboni Giovanni Cav. ♕; Professore ordinario di Geologia, Direttore della Scuola di Farmacia e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Padova; Incaricato della Mineralogia e Geologia applicata ai materiali di costruzione nella R. Scuola d'Applicazione per gli

Ingegneri in Padova; Membro del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti; Socio corrispondente della R. Società di Napoli.

Passerini Dott. **Giovanni** Cav. ✠; Comm. ✠; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Botanica, Direttore del R. Orto Botanico, Direttore della Scuola di Farmacia, e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Parma; Membro della Commissione Reale consultiva per combattere la Filossera; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei.

Pavesi Dott. **Pietro** Cav. ✠; Uffiz. ✠; Comm. dell'Ordine austriaco di Francesco Giuseppe; Professore ordinario di Zoologia nella R. Università di Pavia; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere; Membro della Società geografica italiana.

Scacchi Arcangelo Comm. ✠; Grande Uffiz. ✠; Cav. ✠; Senatore del Regno; Professore ordinario di Mineralogia, Direttore della Scuola di Farmacia, Direttore della Scuola di magistero in Scienze, e Membro del Consiglio Accademico della R. Università di Napoli; Membro del Consiglio d'amministrazione della R. Scuola d'Applicazione per gl'Ingegneri in Napoli; Membro del R. Comitato geologico Italiano; Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino, del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere e del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Presidente del R. Istituto di incoraggiamento alle scienze naturali di Napoli; Segretario della R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli; Presidente della Società Italiana delle scienze detta dei XL; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino.

Strüwer Dott. **Giovanni** Comm. ✠; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore Ordinario di Mineralogia nella R. Università di Roma; Socio nazionale della R. Accademia dei Lincei; Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino.

SEZIONE TERZA

Medicina e Chirurgia.

Baccelli Dott. **Guido** Gran Cordone ✠; Gran Cordone ✠; Cav. ✠; Cav. dell'Ordine di S. Gregorio Magno; Comm. dell'O. scient. di Federico di Prussia; Professore Ordinario di Clinica Medica nella R. Università di Roma; Socio onorario della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Presidente del Consiglio Superiore di Sanità del Regno; Vice-Presidente della Camera dei Deputati; ex Ministro della Pubblica Istruzione; Membro onorario straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio.

Bottini Dott. **Enrico** Comm. ✠; Professore ordinario di Clinica Chirurgica e Medicina operatoria (in aspettativa); Deputato al Parlamento Nazionale.

Corradi Dott. **Alfonso** Comm. ✠; Comm. ✠; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Terapeutica generale, Materia Medica e Farmacologia sperimentale nella R. Università di Pavia; Membro del Consiglio Superiore di Sanità e della Commissione per la Farmacopea ufficiale del Regno; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere; Presidente della R. Società italiana d'Igiene; Socio sopranumerario della R. Accademia di scienze lettere ed arti in Modena; Membro onorario straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio.

Giacomini Dott. **Carlo** Cav. ✠; Cav. ✠; Professore ordinario di Anatomia umana descrittiva, topografica e di Istologia nella R. Università di Torino; Socio della R. Accademia di Medicina di Torino; Membro residente della R. Accademia delle scienze di Torino.

Moleschott Dott. **Jacopo** Comm. ✠; Grande Uffiz. ✠; Comm. dell'Ordine di Casa Mecklemburg; Cav. del Leone Neerlandese; Senatore del Regno; già Membro del Consiglio Superiore di pubblica Istruzione; Professore ordinario di Fisiologia nella R. Università di Roma; Professore onorario della Facoltà Medico-Chirurgica di Torino; Presidente della Commissione per la Farmacopea ufficiale del Regno; Membro della R. Accademia delle scienze di Torino e Membro onorario della R. Accademia di Medicina di Torino; Socio corrispondente del R. Istituto Ve-

neto di scienze, lettere ed arti e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Membro del Consiglio Superiore di Sanità del Regno.

Nicolucci Dott. **Giustiniano** Uffiz. ✠; Professore ordinario di Antropologia nella R. Università di Napoli; Ispettore onorario degli scavi e monumenti di antichità della Provincia di Caserta; Socio residente della R. Società di Napoli e dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Socio corrispondente del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena; Uno dei XL della Società Italiana delle scienze.

Paladino Dott. **Giovanni** Cav. ✠; Preside della Facoltà di scienze naturali, e Professore ordinario di Fisiologia e Istologia generale nella R. Università di Napoli; Professore ordinario di Zoologia, Anatomia generale e speciale e di Fisiologia sperimentale nella R. Scuola Superiore di Medicina Veterinaria di Napoli.

Palasciano Dott. **Ferdinando** Comm. ✠; Senatore del Regno; Professore onorario della R. Università di Napoli; Socio residente dell'Accademia Pontaniana di Napoli; Membro onorario straniero dell'Accademia Reale di Medicina del Belgio.

Rivolta Sebastiano Cav. ✠; Professore ordinario di Patologia generale ed Anatomia patologica Veterinaria nella R. Scuola Superiore di Medicina Veterinaria della Università di Pisa.

Sangalli Dott. **Giacomo** Cav. ✠; Comm. ✠: Professore ordinario di Anatomia Patologica e Preside della Facoltà di Medicina e Chirurgia della R. Università di Pavia; Membro effettivo del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere.

ACCADEMICI CORRISPONDENTI ESTERI

SEZIONE PRIMA

Scienze Fisiche e Matematiche.

Airy Sir **Giorgio Biddel** Cav. dell'Ordine di Prussia *pour le mérite;* Membro della Società R. di Londra; Membro straniero della R. Accademia delle scienze di Berlino; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei, e della Società Italiana dei XL - *Greenwich* (Londra).

Boltzmann Dott. **Lodovico** Prof. di Fisica nell'Università di *Graz*; Membro dell'I. Accademia delle scienze di Vienna; Membro onorario della R. Accademia delle scienze di Berlino, e Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze.

Darboux Gastone Professore alla Facoltà delle scienze; Membro dell'Istituto di Francia; Corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino - *Parigi.*

Fizeau Prof. **Armando Ippolito** Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino; Membro straniero della Società R. di Londra, Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze, e Socio straniero della R. Accademia dei Lincei - *Parigi.*

Helmholtz (von) **Ermanno Luigi Ferdinando** Consigliere di Stato; Socio corrispondente dell'Istituto di Francia; Socio ordinario della R. Accademia delle scienze di Berlino; Membro onorario dell'I. Accademia delle scienze di Vienna; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze Fisiche Matematiche e Naturali della R. Università di Bologna; Membro onorario straniero della Accademia R. di Medicina del Belgio; Membro straniero della Società R. di Londra; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei, della R. Accademia delle scienze di Torino, della R. Società di Napoli, e della Società Italiana dei XL; Professore di Fisica nell'Università di *Berlino.*

Hermite Carlo Gran Croce della Legion d'Onore; Prof. alla Facoltà delle scienze; Membro dell'Istituto di Francia; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Membro straniero della R. Accademia delle scienze di Berlino; Membro onorario dell'I. Accademia delle scienze di Vienna; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei, della Società Italiana dei XL, della R. Società di Napoli, della R. Accademia delle scienze di Torino, e della Società R. di Londra - *Parigi.*

Hertz Dott. **Enrico** Professore di Fisica all'Università di *Bonn.*

Janssen Pietro Giulio, Membro dell'Istituto di Francia; Direttore dell'Osservatorio d'Astronomia fisica a *Meudon* (Seine et Oise).

Kronecker Prof. **Leopoldo** Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Socio corrispondente della R. Accademia dei Lincei; Membro straniero della Società R. di Londra - *Berlino.*

Lipschitz Prof. **Rodolfo** Membro corrispondente della R. Accademia di scienze di Berlino - *Bonn.*

Neumann Prof. **Carlo** - *Leipzig.*

Neumann Francesco Ernesto Membro onorario dell'I. Accademia delle scienze di Vienna; Membro straniero della R. Accademia delle scienze di Berlino, della Società R. di Londra, e della R. Accademia dei Lincei; Professore nell'Università di *Königsberg.*

Poincaré Dott. **Giulio Enrico,** Membro dell'Istituto di Francia; Professore di calcoli delle probabilità e di Fisica Matematica - *Parigi.*

Reye Prof. **Teodoro** Rettore dell'Università di *Strassburg.*

Tchebitchef Prof. **Pafnutij** Socio straniero della R. Accademia dei Lincei; Membro straniero della Società R. di Londra - *S. Pietroburgo.*

Thomson Sir **Guglielmo** Professore di Filosofia naturale nell'Università di *Glasgow*; Comm. della Legion d'Onore di Francia; Cav. dell'O. di Prussia *pour le mérite*; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze

fisiche matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Membro della Società R. di Londra; Membro onorario dell'I. Accademia delle scienze di Vienna; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze; Socio straniero dell'Istituto di Francia, della R. Accademia dei Lincei, della R. Accademia delle scienze di Torino, e della Società Italiana dei XL; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino.

Weierstrass Dott. **Carlo Teodoro Guglielmo** Professore di Matematica nell'Università di *Berlino*; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Socio ordinario della R. Accademia delle scienze di Berlino; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze; Membro straniero dell'I. Accademia delle scienze di Vienna, della R. Società di Londra, e della R. Accademia delle scienze di Torino.

Wiedemann Gustavo Membro straniero della Società R. di Londra, e della R. Accademia delle scienze di Torino; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino e della R. Accademia Svedese delle scienze; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei; Professore all'Università di *Lipsia*.

Yule Colonello **Enrico** Membro della Società Geografica italiana - *Londra*.

SEZIONE SECONDA

Scienze Naturali.

Blanchard Prof. **Carlo Emilio** Membro dell'Istituto di Francia - *Parigi*.

Bunsen Dott. **Roberto Guglielmo** Consigliere aulico; Professore di Chimica e Direttore dell'Istituto chimico nell'Università di *Heidelberg*; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Membro onorario dell'I. Accademia delle scienze di Vienna; Membro straniero della R. Accademia delle scienze di Berlino e della Società R. di Londra; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei, della R. Società di Napoli, della R. Accademia delle scienze di Torino, e della Società Italiana dei XL.

Daubrée Gabriele Augusto Direttore della Scuola Nazionale delle Miniere; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Membro dell'Istituto di Francia; Membro straniero della Società R. di Londra, della R. Accademia delle scienze di Torino - *Parigi.*

De Candolle Alfonso Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino e della R. Accademia Svedese delle scienze; Membro straniero della Società R. di Londra, della R. Accademia delle scienze di Torino, e della R. Accademia dei Lincei; Socio corrispondente estero della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Professore di Botanica a *Ginevra.*

Flower Prof. **Guglielmo Enrico** Membro della Società R. di Londra; Direttore del Dipartimento di Storia naturale al *British Museum - Londra.*

Gaudry Prof. **Alberto** - *Parigi.*

Hoffman Dott. **Guglielmo Augusto** Uffiz. ✠; Cav. ✠; Uffiz. della Legion d'onore, dell'Ordine austriaco di Francesco Giuseppe e della Rosa del Brasile; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali dell'Università di Bologna; Professore di Chimica nell'Università di *Berlino*; Presidente della Società Chimica di Berlino; Membro della R. Accademia delle scienze di Berlino; Corrispondente straniero dell'I. Accademia delle scienze di Vienna, dell'Accademia I. di S. Pietroburgo, della R. Accademia Svedese delle scienze, dell'Istituto di Francia, della R. Accademia dei Lincei, e della R. Accademia delle scienze di Torino; Membro straniero della Società Reale di Londra.

Hooker Sir **Giuseppe Dalton** Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Membro della Società R. di Londra; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino e della R. Accademia Svedese delle scienze; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei, della R. Accademia delle scienze di Torino e della R. Accademia delle scienze, lettere e belle arti di Palermo; Direttore dei *Royal Kew Gardens - Londra.*

Leydig Dott. **Francesco** Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Professore d'Anatomia comparata nella Università di *Würzburg*; Ordinario emerito dell'Università di Bonn.

Owen Sir **Riccardo** Cav. dell'Ordine di Prussia *pour le mérite*; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Membro onorario dell' I. Accademia delle scienze di Vienna; Membro straniero della R. Accademia delle scienze di Berlino; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze; Membro della Società R. di Londra; Socio straniero della R. Accademia dei Lincei, della Società italiana dei XL, della R. Accademia delle Scienze di Torino, e della R. Società di Napoli; Professore e Direttore delle Collezioni di Storia naturale al *British Museum* - *Londra.*

Pautier G. P. Guglielmo - *Parigi.*

Philippi Rodolfo Armando Socio Corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino - *Santiago del Chili.*

Quatrefages de Breau Prof. **Giovanni Luigi Armando** Membro dell'Istituto di Francia; Membro straniero della Società R. di Londra - *Parigi.*

Regel S. E. Dott. **Edoardo** Consigliere di Stato attuale; Dottore *honoris causa* della Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Bologna; Socio corrispondente estero della R. Accademia di scienze, lettere e belle arti di Palermo; Direttore del Giardino Imperiale di Botanica a *S. Pietroburgo.*

Renard Dott. **Carlo** Consigliere privato; Presidente dell' I. Società dei naturalisti di *Mosca.*

Schrauf Dott. **Alberto** Professore di Mineralogia nell'Università di *Vienna*; Membro corrispondente nazionale dell' I. Accademia delle scienze di Vienna.

Sclater Filippo Lutley Socio corrispondente della R. Accademia delle scienze di Torino; Segretario della Società Zoologica di *Londra.*

Steenstrup Prof. **Gio. Japetus Smith** Membro straniero della Società R. di Londra, e della R. Accademia dei Lincei; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino e della R. Accademia Svedese delle scienze - *Copenaghen.*

Van Beneden Prof. **Pietro Giuseppe** Membro straniero della Società R. di Londra; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze;

Membro onorario Belga dell'Accademia R. di Medicina del Belgio; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino - *Lovanio.*

Zittel (von) Dott. **Carlo** Direttore del Museo di Paleontologia di *Monaco.*

SEZIONE TERZA

Medicina e Chirurgia.

Beale Dott. **Lionello Smith** Professore di Medicina pratica e già di Fisiologia e d'Anatomia Patologica nel King's College di Londra; Corrispondente straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio; Membro della Società R. di *Londra.*

Bergh Prof. **Rodolfo** Medico primario nell'Ospedale di *Copenaghen.*

Billroth Dott. **Teodoro** Consigliere Aulico; Professore di Chirurgia e di Clinica chirurgica nell'Università di *Vienna*; Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Membro dell'I. Accademia delle scienze di Vienna; Membro onorario straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze.

Braun de Fernwald Cav. Prof. **Carlo** - *Vienna.*

Charcot Prof. **Giovanni Martino** Membro dell'Istituto di Francia; Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Membro onorario straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio e della R. Accademia Svedese delle scienze - *Parigi.*

Gurlt Dott. **E. F.** Professore di Chirurgia all'Università di *Berlino.*

Holmes Prof. **T.** - *Londra.*

Hyrtl Dott. **Giuseppe** Consigliere Aulico; Professore emerito di Anatomia nell'Università di Vienna; Membro dell'I. Accademia delle scienze di Vienna - *Perchtoldsdorf*, Südbahn (Austria).

Janssens Dott **Eugenio** Membro titolare dell'Accademia R. di Medicina del Belgio; Ispettore Capo del servizio d'Igiene della città di *Bruxelles.*

Koch Prof. **Roberto** Consigliere intimo Medico; Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Corrispondente straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio, e della R. Accademia delle scienze di Torino - *Berlino.*

Köllicker Prof. **Alberto** Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Membro corrispondente della R. Accademia delle scienze di Berlino e della R. Accademia delle scienze di Torino; Membro straniero della Società R. di Londra e Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze - *Würzburg.*

Leyden Prof. **E.** - *Berlino.*

Lister Prof. **Giuseppe** Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna - *Londra.*

Martin Dott. **Eduardo** - *Berlino.*

Pasteur Prof. **Luigi** Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Membro dell' Istituto di Francia e dell'Accademia Francese; Membro onorario straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio e della R. Accademia Svedese delle scienze; Membro straniero della Società R. di Londra; Corrispondente straniero dell'I. Accademia delle scienze di Vienna - *Parigi.*

Ranvier Prof. **Luigi** Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Corrispondente straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio - *Parigi.*

Retzius Prof. **Magnus Gustavo** Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Membro della R. Accademia Svedese delle scienze - *Stoccolma.*

Robin Prof. **Carlo** - *Parigi.*

Schiff Prof. **Maurizio** Cav. ✠; Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Membro onorario straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio - *Ginevra.*

Virchow Prof. **Rodolfo** Dottore *honoris causa* della Facoltà di Medicina della R. Università di Bologna; Socio ordinario della R. Accademia di

Berlino; Membro straniero della Società R. di Londra; Corrispondente della R. Accademia Svedese delle scienze; Membro onorario straniero dell'Accademia R. di Medicina del Belgio e della R. Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena - *Berlino.*

ACCADEMICI DEFUNTI NELL'ANNO 1890-91

Casorati Comm. Prof. **Felice** di Pavia, Accademico corrispondente nazionale, morto il 12 Settembre 1890 a Pavia.

Gruber Prof. **Venceslao Leopoldo**, Accademico corrispondente estero, morto a Vienna il 30 Settembre 1890.

Stoppani Abate Uff. **Antonio**, Accademico corrispondente nazionale, morto a Milano il 1° Gennaio 1891.

Weber Prof. **Guglielmo Ernesto**, Accademico corrispondente estero, morto a Gottinga il 23 Giugno 1891.

OSSERVAZIONI E RICERCHE

SULLO

SVILUPPO DI TRE PICCOLI FUNGHI

NOTA

DEL PROF. GIROLAMO COCCONI

(CON DUE TAVOLE)

(Letta nella Sessione del 22 Marzo 1891).

I.

Tilletia glomerulata *Cocc.* e *Mor.*

(*Enum. sist. dei Funghi della Prov. di Bologna.* Centuria II. pag. 6, fig. I, 1, 2, 3.).

Nell' estate 1881 esaminando alcune foglie di piante raccolte a Montese, lungo il nervo mediano e sopra taluni altri punti delle fogliolíne di *Medicago luppulina* L. (come sopra foglie di *Plantago lanceolata* L. e di *Cynodon Dactylon* Pers.) apparivano parecchi tumoretti globulosi, un po' depressi, di colore cinerino scuro, a superficie piuttosto scabra, del diametro di dmm. 6-8, ripieni di una polvere nerastra. Le altre parti della foglia erano macroscopicamente sane (Tav. I, fig. 1).

Esaminato al microscopio il contenuto di questi glomeruli, esso appariva costituito esclusivamente di piccole spore di 8-10 μ di diametro, generalmente rotondate (Tav. I, fig. 3), a contorno liscio e bruno, ed il cui protoplasma era di colore mattone pallido e finamente granelloso. Nelle sezioni trasverse si notava come la massa delle spore, nella quale non appariva alcuna traccia di micelio, fosse situata fra il tessuto parenchimatoso della foglia e l' epidermide, per cui questa serviva di parete al fungo, il quale successivamente sviluppandosi l'aveva sollevata fino ad aversi da ultimo i glomeruli precedentemente descritti. Le cellule parenchimatiche, contigue alle spore, erano ipertrofiche, pallide e mancanti di clorofilla; peró riacquistavano i loro caratteri normali quelle che più o meno erano discoste dal punto infetto. Le cellule epidermiche avevano la parete assai assottigliata e di colore rosso scuro; erano rigonfie ed in molti punti apparivano

in via di proliferazione. Da quanto precede è chiaro, che la deiscenza di questi glomeruli doveva avvenire per la rottura della parete, in causa dell' esuberante formazione delle spore, e gl' individui vecchi, in cui era già avvenuto questo fatto, mostravansi di aspetto disciforme.

Dappoiché nessuna specie di Ustilaginee si era per anco riscontrata nelle Leguminose della sezione delle Trifogliee, il giudizio sulla sistematica di detto fungo doveva essere molto riservato. Indiscutibile però essendo la grande affinità morfologica delle spore di questo fungillo con quelle delle specie di *Tilletia*, in attesa di ulteriori ricerche, venne ascritto dubitativamente al predetto genere, figurando nella citata II^a Centuria dei Funghi della Provincia di Bologna sotto la denominazione di *Tilletia ? glomerulata*.

Per mancanza di tempo e di opportunità furono rimandati fino al 1889 i tentativi di coltura di queste spore, intrapresi con mezzi diversi, e venne messo in evidenza un fatto importantissimo, quello della grande longevità e resistenza vitale di talune di esse, che conservarono integralmente la loro facoltà germinativa per più di 7 anni, fatto non frequentemente osservabile nelle Ustilaginee.

Fra i molteplici e svariati mezzi nutritivi tentati per ottenere la germinazione delle spore di questo fungo, il più acconcio fu trovato essere il decotto di fimo bovino, filtrato più volte, come il solo che offriva le condizioni necessarie allo sviluppo delle spore.

Eccone in breve i risultati:

Col metodo della coltura frazionata seminate alcune spore in ogni goccia di substrato nutritivo, sopra un vetrino portoggetti, nella camera umida, la germinazione di esse non si trovò iniziata prima del 5° o 6° giorno dalla data della semina. Abbenché non tutte le spore si mostrassero atte a germogliare, ed anzi essendo relativamente scarso il numero di quelle la cui vitalità erasi pienamente conservata, si poterono non pertanto osservare tutte le singole fasi della germinazione.

Fenomeno precursore di questo fatto, fu il rigonfiamento notevole delle spore, in seguito a rilevante assorbimento di acqua. Nelle spore, che avevano perduta ogni vitalità, sempre mancò questo carattere.

L' esosporio si lacerava in un punto, in seguito all' enorme turgescenza delle cellule, ed attraverso l' apertura così formatasi, faceva prominenza una piccola papilla scolorata, la quale non era che l' endosporio protundente all' esterno.

Questa papilla a poco a poco aumentava in lunghezza fino ad eguagliare quasi 3 o 4 volte il diametro della spora. (Tav. I, fig. 4, 5).

Il tubetto germinativo così formatosi, presto cessava d' allungarsi, ed in seguito a tale accrescimento definito appariva come un *promicelio*. La

membrana di questo era esilissima e scolorata, ed il contenuto densamente granelloso e privo di nucleo (Tav. I, fig. 6).

Dopo un breve periodo di tempo si effettuava la sporidificazione nel promicelio, in seguito alla quale nell'apice e nei lati apparivano tanti sporidii ovoido-ellittici, pure riccamente pieni di un plasma denso e finamente granelloso. Un fatto però attrasse subito l' attenzione, cioè la rilevante differenza nella entità e nella disposizione della sporidificazione apicale del promicelio, in confronto a quella effettuatasi nei lati di esso. Mentre nei lati la formazione degli sporidii era costantemente isolata (Tav. I, fig. 6, 7), nell' apice invece aveva una notevolissima tendenza alla disposizione verticillare, non di rado evidentissima (Tav. I, fig. 7).

Non infrequentemente gli sporidii pur rimanendo collegati al promicelio, entravano in un processo gemmulare, in seguito al quale si formavano coroncine sporidiali.

Ma ove il processo di gemmazione mostravasi veramente rigoglioso, era nel liquido nutritivo, quando cadevano e si disseminavano gli sporidii anzidetti. Ognuno di questi, in entrambe le estremità, entrava in una ricca gemmazione, per la quale avevano nascita colonie cellulari più o meno ramificate.

Esauritosi però il substrato nutritivo progressivamente, inseguito alla ripetuta gemmazione, subentrava un altro fatto, il quale del resto non è nuovo nel ciclo evolutivo delle Ustilaginee (*Tolyposporium Cocconii* ed altre specie). Il processo gemmulare lentamente decresceva fino a scomparire del tutto e gli sporidii dell' ultima generazione germogliavano un esile e lungo tubetto fertile, la cui sporidificazione era esclusivamente localizzata nell' apice in forma di un verticillo o di una corona di sporidii secondarii (Tav. I, fig. 8, 9).

In confronto ai primarii gli sporidii secondarii erano molto più piccoli (circa di una metà), però la forma si manteneva pressochè eguale. Diffusi nel liquido ambiente, dai detti sporidii secondarii aveva luogo l'emissione di un tubetto molto più esile e lungo di quella specie di promicelio secondario precedentemente descritto; inoltre si presentava più o meno ramificato, e nel suo interno il plasma (allorchè, s' intende, il filamento era invecchiato) tendeva a raccogliersi in tratti o porzioni di maggiore o minore estensione. In questi tratti, i quali offrivano una curiosa somiglianza colle *clamidospore* delle Mucorinee, il plasma si presentava al microscopio sotto forma di una emulsione finissima, essendo sospesi nella sua massa numerosi e minutissimi granelli oleosi (Tav. I, fig. 10, 11).

Riassumendo, il ciclo evolutivo di questo fungillo si può ridurre alle seguenti fasi vitali:

1.° Formazione delle spore sulle foglie della pianta o matrice, e costituzione degli acervuli descritti;

2.° Germinazione delle spore di un promicelio primario e di sporidii primarii;

3.° Evoluzione degli sporidii primarii di un promicelio e di sporidii secondarii, orientati e disposti nella stessa guisa degli sporidii primarii;

4.° Sviluppo di un sottile filamento più o meno ramificato e costantemente sterile dagli sporidii secondarii;

5.° Penetrazione dei prodotti della germinazione, tanto degli sporidii primarii quanto di quelli dei secondarii nella pianta ospite, e consecutiva ripetizione del ciclo evolutivo della specie.

Notisi poi che, relativamente alla formazione delle spore, non si potè osservare alcun che di preciso in quanto alla modalità di questa. Soltanto potè constatarsi che le spore, nei tratti più profondi degli acervuli, si presentavano immerse in una massa granellosa (Tav. I, fig. 2), avente colorito giallo pallido, la quale coll' uso di reagenti mostravasi costituita in massima parte da sostanza grumosa. Secondo ogni probabilità, tale sostanza risulta dal disfacimento o dalla gelatinificazione delle membrane degl' ifi sporigeni, perchè, come è noto, la formazione delle spore delle specie di *Tilletia* è consimile a quella delle specie di *Ustilago*.

Prima di abbandonare lo studio di questa specie è importante mettere in rilievo, che nella *Tilletia Caries*, nel genere *Entyloma* e nella *Thecaphora Lathyri* le spore non germinano nelle soluzioni nutritive, oppure danno origine a forme che muojono prestissimo; invece, trasportati nei substrati nutritivi i conidii della *Thecaphora Lathyri*, ed i conidii primarii o secondarii della *Tilletia Caries* e degli *Entyloma* formatisi nell' acqua, si producono rigogliose vegetazioni miceliali con conidii aerei, i quali nelle due ultime forme uguagliano i conidii secondarii, e nella *Thecaphora Lathyri* quelli della germinazione nell' acqua.

All' opposto nella *Tilletia* che ci occupa, le spore germogliano direttamente nel liquido nutritivo, però con uguale efficacia anche tanto nell'acqua distillata, quanto nella comune di pozzo o di sorgente. Qualora però si trasportino i prodotti della germinazione dall' acqua nel liquido nutritivo la ulteriore evoluzione prosegue con assai maggiore vigoria.

Conclusione ultima delle predette ricerche si è, che il riferimento del fungillo in esame al genere *Tilletia,* nella citata II^a Centuria dei Funghi di Bologna, era perfettamente giusto, giacchè i fatti riscontrati nella germinazione delle spore ne fanno irrefragabile prova.

II.

Thecaphora oligospora *Cocc.*

Dopo le brillanti e recenti ricerche del Brefeld (1) il genere *Thecaphora* ha ricevuto circoscrizione propria e ben definita, in rapporto alle fasi della germinazione delle spore. Anzi sotto questo punto di vista può dirsi che il detto genere contiene le forme meglio studiate fra le Ustilaginee a glomeruli di spore uguali (omomorfe). Com' è noto, i tubetti germinativi vi sono eretti e formano nell' apice un lungo sporidio o conidio fusiforme ed aereo, dal quale nasce un micelio con nuovi conidii organizzatisi a due od in numero maggiore sopra piccoli ifi fruttiferi.

Questo sarebbe il tipico modo di germinazione scoperto dal Brefeld sulla *Thecaphora Lathyri* (Kuhn) Winter. Avvertasi però che nella *Th. aterrima* la germinazione si esplica coll' emissione di tubetti semplici o ramificati, ma sterili, se le spore sono state seminate in acqua semplice; ma se invece si fa uso di soluzioni nutritive producansi tanti tubetti che entrano in una ricca proliferazione cellulare tanto nell' apice che nei lati. Allorchè il substrato è esaurito compare il fenomeno della fusione tanto fra due sporidii, quanto fra due articoli o segmenti, tuttora pieni di plasma, degli otricelli miceliali.

Ciò premesso, la specie della quale rendo conto ed imprendo lo studio, viveva sulle spighe della *Carex digitata* L. nelle vicinanze di Casalecchio (Prov. di Bologna).

Tali spighe erano degenerate in una polvere nerastra e l' alterazione sembrava più specialmente localizzata agli organi sessuali dei fiori. Esaminata al microscopio quella polvere, risultava costituita di glomeruli o sori di spore, misuranti 25-32 μ di diametro, irregolarmente globosi e di un colorito bruno-nerastro (Tav. I, fig. I).

Le singole spore componenti i sori o glomeruli (del diametro di 5-8 μ), quasi uguali, avevano una forma pentagonale-poliedrica, una membrana a doppio contorno, con episporio liscio, non che una piccola macchia nel mezzo del contenuto plasmotico: tale macchia mercè il sussidio dei solventi delle sostanze grasse si rilevava come di natura oleosa. Un carattere di grande importanza, anzi il più importante fra tutti, consisteva nella

---

(1) O. Brefeld. — *Botanische Untersuchungen über Hefenpilze.* — V Hefte, die Brandpilze, I. Leipzig, 1883.

esiguità del numero delle spore costituenti i sori (fra 8 e 12) e l'intimo legame fra esse, per modo che con molta difficoltà si poteva riescire a disgregarle.

Le ricerche istituite allo scopo di mettere in evidenza i fatti relativi alla germinazione, hanno dati i risultati, che qui si riassumono:

Tanto nell'acqua, quanto nelle soluzioni nutritive, le spore componenti i glomeruli, dopo circa 24-36 ore, entrano in germinazione; però le spore situate alla periferia dei sori sono quelle, in cui la facoltà germinativa si desta più sollecitamente e con maggiore energia, forse perchè queste spore periferiche sono già evolute e più mature delle centrali, ammesso che la sporificazione abbia avuto luogo in direzione centripeta.

La massima parte delle spore contenute nei glomeruli, anzi non di rado quasi tutte, sviluppano un otricello (Tav. I, fig. 3), il quale ben presto si ramifica, senza per altro raggiungere rilevante lunghezza. Nell'apice di questa sorta di promicelio ramificato si verifica una formazione conidiale, a conidii sparsi e talora geminati (Tav. I, fig. 4, 5); tuttavia frequentemente si ha sporidificazione anche ai lati del promicelio (Tav. I, fig. 4, 5).

Gli sporidii sono ovato-oblunghi, ma sono dotati di uno scarso processo gemmulare, quando, distaccandosi dai filamenti generatori, si diffondono nel mezzo ambiente.

Trascorso qualche tempo detti conidii germogliano un filamento più o meno lungo, ramificato, il quale si mantiene sempre sterile (Tav. I, fig. 6, 7).

Mentre più specialmente questi fenomeni inerenti alla germinazione fanno ascrivere il fungillo in esame al gen. *Thecaphora*, il carattere dello scarso numero delle spore costituenti i glomeruli, congiunto agli altri ora accennati, fanno ritenere la specie come nuova, alla quale diamo la denominazione di *oligospora*, appunto per il piccolo numero delle spore in ogni glomerulo.

Astrazione fatta dalle particolarità germinative e rimanendo nei caratteri dei sori e delle spore, la *Th. oligospora* si differenzia assai bene dalle altre pochissime specie di Ustilaginee a glomeruli di spore omomorfe, viventi sulle spighe delle Ciperacee.

III.

Gymnoascus Eidami *Cocc.*

Ho potuto seguire tutte le fasi evolutive della forma ascofora di questa importantissima specie, dai primordii evolutivi fino alla formazione delle ascospore. I risultati delle osservazioni fatte acquistano uno speciale inte-

resse in vista della grande importanza del gen. *Gymnoascus* nella classificazione degli Ascomiceti, nonché per lo scarso numero di specie finora conosciute in questo genere.

Sopra avanzi di foglie in putrefazione, miste a sterco bovino, venne fatto di osservare, nel passato autunno, alcuni cespuglietti di piccoli corpuscoli globulosi (Tav. II, fig. I), fra loro lassamente aggregati, i quali misuravano in diametro 3-5 dmm. Questi corpuscoli, che non erano altro che i periteci ascofori di un piccolo fungo, avevano colore cinerino traente un po' al giallognolo, e coll' ajuto di una lente apparivano scabri alla superficie.

Esaminati al microscopio i periteci si presentavano costituiti anzitutto di un lasso intreccio di ife, che formava la parete di essi, ed il cui spessore era di μ 80-110 (Tav. II, fig. 2). Le ife involgenti mostravano la membrana molto inspessita e colorata in giallo pallido, ed il loro contenuto era ridotto a liquido acquoso. Alla superficie dei periteci, queste ife corticanti si sollevavano perpendicolarmente e formavano delle brevi appendici setolose (Tav. II, fig. 3 *p*), le quali rinforzavano la funzione protettiva della parete periteciale.

Avvolto da questa parete era il così detto *nucleo* del peritecio (Tav. II, fig. 3, *b*). Qui si riscontravano numerose ife senza colore, molto esili ed in varia guisa ramificate, le quali erano copiosamente piene di un plasma denso e finamente granellare. Le ultime ramificazioni portavano gli aschi di forma globosa con membrana jalina e contenenti costantemente 8 ascospore pure globulose e reciprocamente conglobate in una massa sferica (Tav. II, fig. 3, 4 *as*, 5); il diametro degli aschi oscillava fra μ 12 e 14, quello delle ascospore fra μ 3 e 5.

La disseminazione delle spore avviene sotto una duplice contingenza. Siccome le ife involgenti sono fra loro lassamente intrecciate, così esse lasciano molte lacune o meati, pei quali il *nucleo del peritecio* può comunicare liberamente all' esterno, e gli aschi maturi, previa dissoluzione delle ife ascogene, possono insinuarsi od immettersi in detti meati e pervenire così all' esterno. In ogni caso però, nella completa maturità del fungillo, si manifesta una disgregazione nelle ife componenti l' apparato involgente, per cui si stabiliscono screpolature o fenditure più o meno larghe, attraverso le quali sortono masse più o meno cospicue di aschi o di ascospore.

O dentro i periteci, ovvero all' esterno di questi l' emissione delle ascospore dagli aschi avviene mediante dissoluzione o disfacimento per gelatinificazione della membrana, in seguito al quale fatto resta *in loco* una massa costituita dalle 8 ascospore insieme conglobate ed avvolte in uno

straterello di sostanza granellosa, probabilmente costituita dalla miscela del restante epiplasma e della materia gelatinosa, svoltasi in seguito alla liquefazione della membrana degli aschi (Tav. II, fig. 6).

Specialmente nelle soluzioni zuccherine le ascospore entrano in un ricco processo gemmulare, in seguito al quale hanno origine colonie cellulari più o meno ramificate (Tav. II, fig. 7). Dopo avere perdurato un po' di tempo (in media circa due giorni) la gemmazione lentamente diminuisce fino a scomparire interamente; d'onde appare l'interessante fenomeno dell' anastomosi di due ascospore fra di loro. (Tav. II, fig. 8, 9).

In questa nuova direzione dello sviluppo sono possibili due casi: od una sola delle ascospore anastomizzate germoglia un tubetto più o meno lungo, ovvero amendue le ascospore sono capaci di germogliare, come appunto si riscontra nella fig. 9 della Tav. II. Le ife così germogliate si mantengono sempre sterili.

Relativamente allo sviluppo del corpo ascoforo poco si potè osservare stante l'impossibilità di far germogliare un micelio dalle ascospore. Dalle ricerche fatte nei periteci più giovani, si è potuto rilevare come i primordî dei periteci si costituiscano con un lasso intreccio di ife, risultandone una sorta di gomitolo giallo-bruno. Nell' interno di questi giovanissimi frutti ascofori (visibili colla lente in forma di minutissime punteggiature) non si potè mai osservare alcuna traccia nè di *ascogonio* o *carpogonio*, nè del *pollinodio*.

Da quanto si è venuto esponendo intorno ai caratteri morfologici dei periteci, e ponendo questi a confronto con quelli delle poche specie note del genere *Gymnoascus*, appare chiaramente che la specie in discorso sia a reputarsi come nuova, e come tale la dedico all' illustre Eidam, gli studii del quale hanno fatto fare notevoli progressi alla biologia delle Gimnoascee.

Non sarà fuor di luogo il richiamare qui i principali caratteri delle altre specie fin qui note del genere *Gymnoascus*, onde a colpo d'occhio rilevare in che ne differisca il nostro *G. Eidami*. Da tale prospetto si scorgerà come eccettuato il *G. Zuffianus* Mor. (col quale il *G. Eidami* mostrasi più affine), tutti gli altri ne differiscano moltissimo e per importanti caratteri.

1.° G. Reesi *Baran.* — Glomeruli pulvinati, aventi circa mm. 1 di diametro, di colore giallo-ranciato. Aschi obovati o piriformi, brevemente stipitati, misuranti μ 7-9 in diam.; spore del diam. di μ 4-5 ≍ 3-3,5.

2.° G. ruber *Van Tiegh.* — Glomeruli pulvinati, di un colore mattone scuro, più tardi confluenti.

3.° G. aurantiacus *(Peck.) Sacc.* — Ascospore generalmente con un nucleo nel mezzo.

4.° G. uncinatus *Eidam.* — Ife numerose, lunghe, giallastre ed uncinate alla periferia dei glomeruli o periteci. Aschi ovati, o piriformi del diam. di μ 8,5-9 lungamente stipitate.

5.° G. reticulatus *Zuk.* — Periteci ascofori colorati in rosso mattone del diam. di μ 500. Aschi nascenti fra le areole del reticolo formato dalle ife ascogene, brevemente peduncolati e contenenti ognuno 8 ascospore ellissoidi-lenticolari.

6.° G. setosus *Eidam.* — Affine al *G. Reesi*, dal quale differisce per la disposizione degli ifi miceliali situati alla periferia dei glomeruli. Ascospore fusiformi.

7.° G. Zuffianus *Mor.* — Periteci colorati in giallo pallido, portanti alla periferia numerosi ifi setolosi, acuminati e rigidi.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

TAVOLA I.

Tilletia glomerulata.

(dalla fig. 1 alla fig. 11).

Fig. 1 - Foglia di *Medicago luppulina*, nelle cui foglioline si osservano parecchi acervoli della *Tilletia glomerulata* — Grandezza naturale.

Fig. 2 - Alcune spore del fungillo, circondate od immerse in una sorta di sostanza granellosa, che probabilmente in massima parte proviene dal disfacimento delle ife sporigene. × 300.

Fig. 3 - Alcune delle medesime spore vedute a maggiore ingrandimento, per mettere meglio in evidenza i loro caratteri differenziali. × 620.

Fig. 4 - Prima fase della germinazione delle spore. La spora attraverso all' episporio rotto ha emesso un tubetto o *promicelio*. × 620.

Fig. 5. - Fase germinativa più inoltrata. La formazione sporidiale non é ancora comparsa. × 620.

Fig. 6 e 7 - Il promicelio ha già formati gli sporidii: nel suo apice si nota un verticillo sporidiale, che nella fig. 6 é dimero e nella fig. 7 é tetramero. Inoltre si ha sporidificazione laterale. × 620.

Fig. 8 e 9 - Germinazione degli sporidii. Questi hanno sviluppato un lungo tubetto, nel cui apice si ripete la formazione sporidiale a verticillo. × 620.

Fig. 10 e 11 - Germinazione degli sporidii di 2° ordine. Da questi si origina un filamento ramificato, ma sempre sterile, per cui la sporidificazione é totalmente mancante. In alcuni punti dei detti filamenti rilevasi che il plasma é scomparso. × 620.

Thecaphora oligospora.

(dalla fig. 1 alla fig. 7).

2ª parte della tavola.

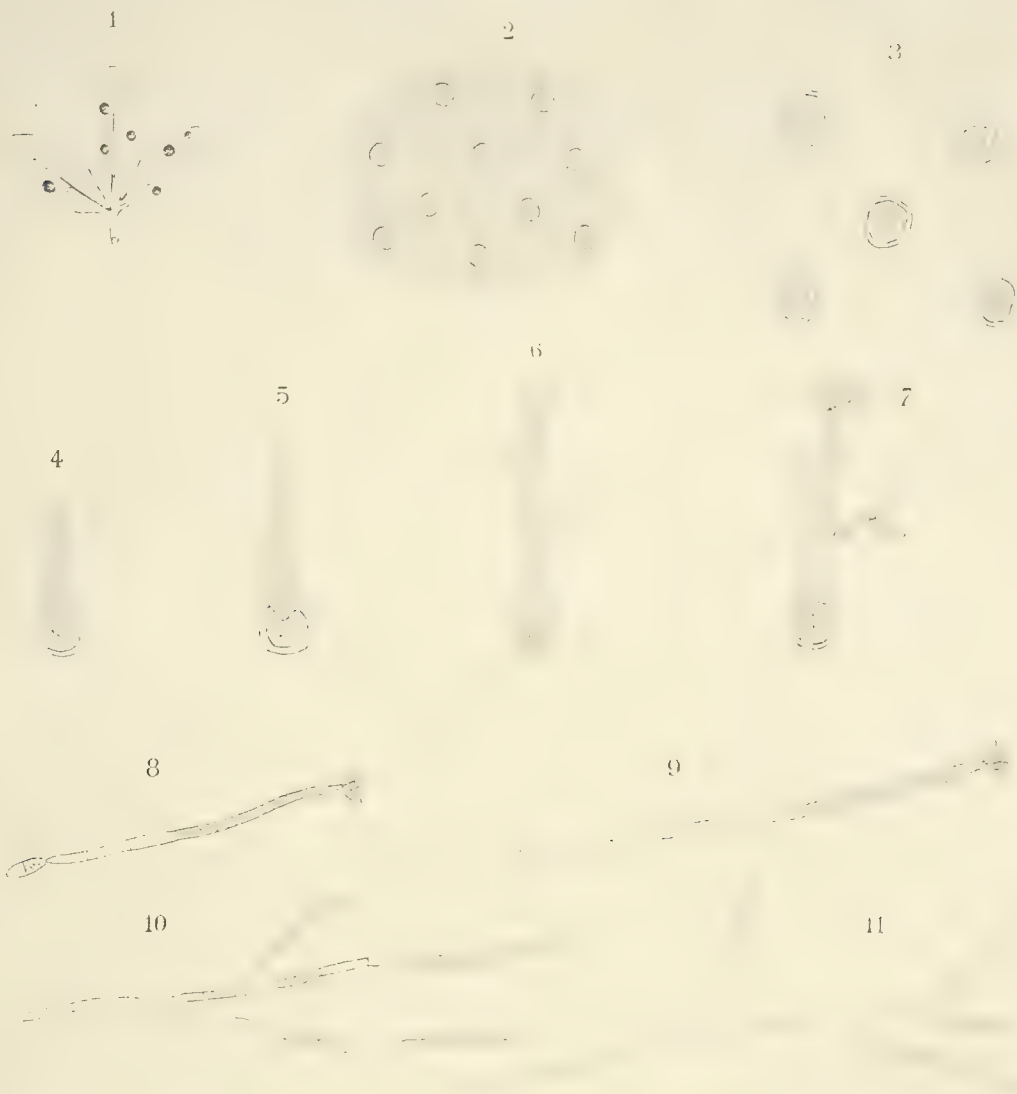
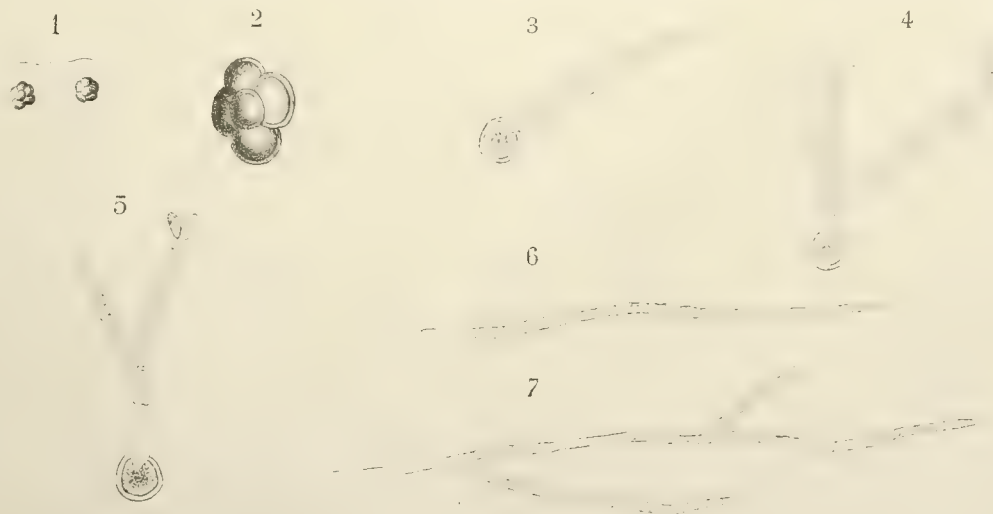
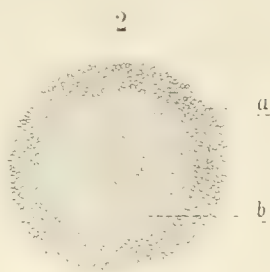
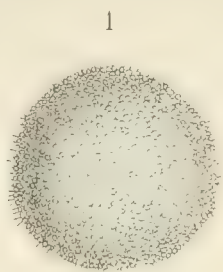
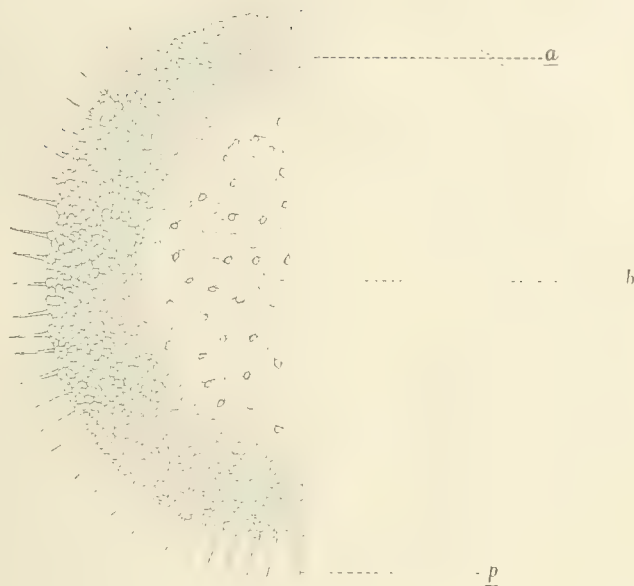
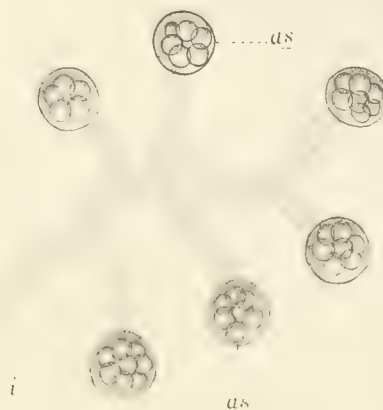
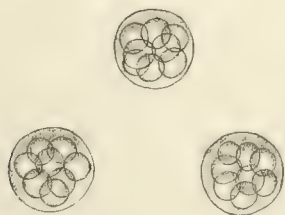
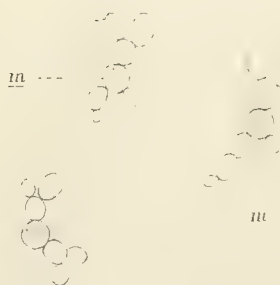
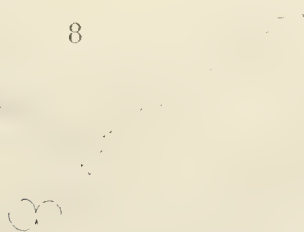
Fig. 1 - Due glomeruli di spore veduti ad un piccolo ingrandimento. × 180.
Fig. 2 - Uno dei glomeruli precedenti visto a più forte ingrandimento. Vi si rileva quanto scarso sia il numero delle spore, che lo compongono. × 580.
Fig. 3, 4, 5 - Germinazione delle spore a diverse fasi. Nella fig. 4 e 5 notasi essere già avvenuta una sporidificazione apicale e altra laterale. × 580.
Fig. 6 - Germinazione degli sporidii. Il filamento sviluppato è semplice ed è sterile. × 580.
Fig. 7 - Il filamento è ramificato, ma sempre sterile. × 580.

TAVOLA II.

Gymnoascus Eidami.

Fig. 1 - Un peritecio del fungillo veduto a piccolo ingrandimento. Alla sua perferia sono visibili i corti peli setolosi, qui addensati. × 90.
Fig. 2 - Un peritecio, visto in sezione trasversa allo stesso ingrandimento: *a*, parete del peritecio; *b*, nucleo del peritecio, il quale nucleo componesi degli aschi e delle ife ascogene. × 90.
Fig. 3 - Porzione della sezione precedente fortemente ingrandita: *a*, parete del peritecio; *p*, peli setolosi che coprono il fungillo; *b*, ife ascogene ed aschi. × 210.
Fig. 4 - Ife ascogene ed aschi: *as*, aschi; *i*, ife producenti gli aschi. × 480.
Fig. 5 - Alcuni aschi ad un fortissimo ingrandimento. Nel loro interno si vedono le 8 ascospore globulose. × 610.
Fig. 6 - Un asco, la cui membrana si è disciolta, e la massa conglobata delle 8 ascospore è circondata in massima parte soltanto da uno straterello di plasma granelloso. × 610.
Fig. 7 - Gemmulazione delle ascospore coltivate nelle soluzioni nutritive: *m*, cellula madre dalla quale si producono colonie gemmulari ramificate. × 610.
Fig. 8 - Anastomosi di 2 ascospore; una di queste ha sviluppato un filamento. × 610.
Fig. 9 - La stessa anastomosi; amendue però le ascospore hanno germogliato. × 610.

Tilletia glomerulata
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
Thecaphora oligospora sp. n.
1
2
3
4
5
6
7

F. Morini, dis. E. Contoli, inc. Lit. G. Wenk e Figli – Bologna

SULLA STRUTTURA NORMALE

DELLA

PLACENTA UMANA

E SULL'INFARTO BIANCO DELLA MEDESIMA

MEMORIA

DEL DOTTOR GIUSEPPE FINZI

(Letta nella Sessione del 26 Aprile 1891).

(CON UNA TAVOLA).

Durante l'autunno del 1889 nel Laboratorio d'Anatomia patologica dell'Università di Bologna io ebbi occasione di sezionare vari cadaveri di feti provenienti dalla Clinica ostetrica, parte nati prematuramente e taluno in istato di macerazione, parte espulsi a termine e morti nel nascere oppure dopo qualche ora o qualche giorno di vita extrauterina; ne' quali io non avendo potuto rinvenire anomalia o morbo congenito alcuno che valesse a dar ragione della morte, trovai necessario rivolgere la mia attenzione al cordone ombelicale e alla *placenta*; e in quest'ultimo organo per lo più mi accadde di rilevare alterazioni degne di nota. Ma per compiere di esso lo esame, pria mi fu d'uopo di studiarne la normale struttura. E poiché in questo studio mi fu dato rilevare certe particolarità istologiche, le quali non sono conformi alle descrizioni che hanno fornito della placenta la maggior parte degli autori tedeschi, ma appoggerebbero piuttosto le vedute del prof. Ercolani, così io dirò anzitutto qualche cosa dell'anatomia microscopica della placenta.

Due porzioni principali si distinguono nella placenta, una *fetale* e l'altra *materna*, le quali, riguardate così sotto l'aspetto morfologico come sotto quello fisiologico, stanno fra loro in un rapporto analogo a quello che passa tra le radici d'un albero e il terreno nel quale esse pescano il loro nutrimento.

La *porzione fetale* è costituita essenzialmente dal *corion villoso*, nel quale si possono considerare una porzione membranosa, e i *villi* che da

essa emanano, i quali parte staccandosi sotto vario angolo e ramificandosi terminano liberamente *(villi liberi)*, parte invece si staccano dalla membrana corî ad angolo retto e vanno senza ramificarsi direttamente ad aderire colla porzione materna (*villi aderenti* detti anche *radici d'attacco del Langhans* erroneamente, perchè tre anni prima di questo autore li aveva già visti e raffigurati l'Ercolani (1)). Tanto la membrana corî quanto i villi sono costituiti da uno stroma connettivale, penetrati da vasi fetali e rivestiti da uno strato detto epiteliale, che manca soltanto alla estremità dei villi aderenti e del quale si tratterà più avanti. La superficie interna del corion è rivestita dall'*amnion*, sottile membrana composta di connettivo lasso, e il cui epitelio descritto come pavimentoso a un solo strato dalla maggior parte degli autori (Romiti (2), Hertwig (3)), è secondo me più esattamente definito da Winogradow (4) come epitelio cilindrico basso. La superficie interna dell'amnion generalmente piana e regolare, in alcuni punti, che trovansi d'ordinario presso la inserzione del cordone ombelicale presenta delle vegetazioni prevalentemente epiteliali, dette *caruncole amniotiche*, le quali costituiscono talora eminenze piatte, talora una specie di papillomi, ricoverti da epitelio cilindrico (Kölliker (5)). In un mio preparato ho osservato però una di queste vegetazioni presso il margine della placenta.

La *porzione materna* o decidua è costituita essenzialmente da un ammasso di cellule simili alle epiteliali, di forma varia, ma contenenti sempre un grosso nucleo e uno o più nucleoli; fra mezzo alle quali si aprono ampli spazî detti *lacune*, che dividono la decidua in due principali strati di disuguale estensione; uno esterno a dette lacune esteso per tutta la superficie placentare e denominato *strato basale* o *fondamentale;* l'altro interno situato immediatamente a contatto del corion detto *strato subcoriale* o *lamina di protezione* o *di chiusura di Winckler,* il quale essendo nell'uomo, come nelle scimmie limitato a una zona marginale di tre a quattro centimetri (Kölliker, Waldeyer (6), Steffek (7)), meglio si denominerebbe *zona* anzi che lamina, l'esistenza d'un'estesa lamina di chiusura verificandosi soltanto in via di eccezione (8).

---

1) G. B. Ercolani. Delle glandule utricolari dell'utero e dell'organo glandulare ecc. Mem. dell'Acc. delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Serie II^{a}, Vol. 7. 1867.

(2) Romiti. Lezioni di Embriogenia umana e comparata. Siena, 1881.

(3) Hertwig. Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte ecc. Jena, 1888.

(4) citato da Schroeder C. nel suo Manuale d'Ostetricia. V. Trad. ital. Milano, 1884.

(5) Kölliker. Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen. 2^{a} Aufl. Leipzig, 1884.

(6) Waldeyer. Bemerkungen über den Bau der Menschen und Affen-Placenta. Bonn, 1890.

(7) Steffeck. Der weisse Infarkt der Placenta. — V. Die menschliche Placenta v. Hofmeier. Wiesbaden, 1890.

(8) Hofmeier. Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Placenta. — V. Die menschl. Plac. di Hofmeier.

Nella porzione basale della decidua si suddistinguono dall'esterno all'interno tre strati: — 1) uno *strato di piccole cellule* di forma allungata spesso fusate, disseminato qua e là da cellule più grosse e rotonde; 2) uno *strato glandulare* (*cavernoso* o *spongioso* di Friedländer), le cui maglie, secondo Ercolani, non rappresentano che semplici aperture scavate dall'umore che si secerne dalle glandule utricolari (1), mentre secondo la maggior parte degli altri autori, sono da considerare come residui deformati delle glandule stesse. Questo strato può persistere fino al termine della gravidanza, come hanno notato Friedländer, Leopold e Romiti, e come io stesso ho potuto verificare su due placente a termine, mentre di tale persistenza non si sono convinti nè Kölliker, nè Ruge, nè Heinz, nè Hofmeier (2), il quale ultimo non ha mai potuto vedere detto strato oltre il quinto mese, (3) uno *strato* costituito in generale da *grandi* e numerose cellule di forma pressochè rotonda.

Dalla superficie interna dello strato basale della decidua tra gli spazi lacunari si spiccano dei prolungamenti di cellule deciduali, i quali a mo' di cunei interponendosi ai villi, e attraversando lo spessore della placenta discendono non di rado fino a ridosso del corion membranoso, raggiungendo anzi costantemente quest'ultimo alla periferia placentare. Detti prolungamenti chiamansi *setti intercotiledonari;* le loro sezioni perpendicolari od oblique danno luogo sotto al microscopio all'apparenza delle cosidette *isole deciduali.* Sia perchè frequentemente sono incompleti, sia perchè sono penetrati da vasi materni, i setti fanno comunicare gli spazi lacunari tra loro (3).

Frammezzo alle cellule deciduali poi se ne trovano sparse altre di speciale apparenza: le *cellule di* Reitz di forma e aspetto simili alle cellule gangliari, e delle *cellule giganti*, che si rinvengono dal quinto mese in avanti, e sono disseminate, come afferma Hertwig (4), parte nello strato basale, parte nei setti, parte vicino ai grossi vasi e qualcuna ancora nello strato spugnoso della decidua.

Uno *strato di fibre muscolari liscie*, descritto al limite esterno della decidua da parecchi autori, e non visto dal Romiti, neanche a me avvenne mai di osservare.

I *vasi sanguigni*, che irrorano la decidua sono in continuazione coi vasi

---

(1) G. B. Ercolani. Nuove ricerche sulla placenta nei pesci cartilaginei, nei mammiferi ecc. Mem. dell'Accad. delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Serie III^{a}, Vol. 10°. 1879.

(2) Hofmeier. Beiträge ecc. già citato.

(3) Kölliker. Opera citata e Klein: Makroscopisches Verhalten der Utero-placentärgefässe in « Die menschliche Placenta di Hofmeier ». Wiesbaden, 1890.

(4) Hertwig Opera citata.

dell' utero, laonde si dicono *utero-placentari* (1). Essi nelle placente fresche e beneconformate si possono riconoscere già ad occhio nudo. La loro situazione nei cotiledoni centrali e nei marginali è diversa. Nei primi le *arterie* scorrono ne' solchi intercotiledonari, dove non di rado si osservano tronchicini arteriosi dividersi in due o più rami destinati ciascuno a cotiledoni finitimi; le *vene* invece scorrono sulla superficie dei cotiledoni. Ma ne' cotiledoni marginali le vene si trovano alla parte periferica; anzi al contorno della placenta anastomizzandosi compongono il *seno marginale*. Le *arterie*, in numero di tre a cinque per ciascun cotiledone hanno pareti robuste, di colore bianco-grigio, forma elicoide, sezione rotonda; nella tunica muscolare dell' utero scorrono entro una guaina connettivale, ritenuta dal Waldeyer come linfatica perivascolare; di qui dando scarsi rami laterali si portano alla decidua, dove penetrati si riducono più o meno presto ad un semplice tubo endoteliale; poi con un decorso molto obliquo vanno a sboccare nelle lacune, quivi aprendosi con lume molto ristretto. — Le *vene*, in numero di una a due per ciascun cotiledone, sulla cui superficie si veggono conformate a *C* o ad *S*, e più numerose presso il margine della placenta, hanno pareti sottili e trasparenti di guisa che appaiono del color rosso-scuro del sangue in esse contenuto; presentano sezione irregolare, calibro maggiore che le arterie. Prive di guaina linfatica perivascolare lungo il loro decorso nell' utero, sono nella decidua costituite da un semplice tubo endoteliale, che per un certo tratto decorre parallelamente alla superficie della decidua stessa. Le vene al loro punto d'origine dalle lacune, il quale è ampio e costituito da un' apertura quasi tronca, possono essere più o meno profondamente penetrate dai villi (Waldeyer, Hofmeier). Al margine della placenta si osservano poi vene con pareti d'aspetto cribrato in causa de' molteplici sbocchi di vene cotiledonari, che in esse mettono foce. — Secondo il Klein nella decidua vi sono inoltre *vasi capillari*, consistenti in canali privi di parete e percorsi da sangue, non aventi rapporto col circolo lacunare, vasi destinati alla nutrizione della decidua medesima. Io ritengo che negli spazi intercellulari della decidua il sangue arrivi solo in caso di speciali placentiti, avendo essi spazi normalmente il significato di canalicoli linfatici.

Le *lacune* della decidua, denominate da Hunter *cellule della caduca*, da Weber *seni venosi*, dagli autori tedeschi più recenti *spazi intervillosi*

---

(1) Sui vasi utero-placentari si consultino:

Rohr. Die Beziehungen der mütterlichen Gefässe zu den interwillosen Räumen der reifen Placenta speciell zur Thrombose derselben (weisser Infarkt). Virchows Archiv 1889. Bd. 115.

Waldeyer. Opera citata.

Bumm. Gynäkolog. Kongress in Freiburg 1889. — Centralblatt für Gynäkologie 1889, n.° 31.

Hofmeier. Beiträge ecc. già citato e Klein. Lavoro citato.

sono spazi compresi fra la decidua basale, il rivestimento del corion e dei villi e i setti intercotiledonari; e solo al margine della placenta limitati dalla decidua marginale. Il loro contenuto è sanguigno, ciò che fu dimostrato su cadaveri di donne con placenta intatta nell' utero sia mediante congelazione dei cadaveri stessi (Tafani, Colucci, Waldeyer) sia mediante accurate iniezioni nell' aorta o in un' arteria uterina (Tafani, Waldeyer). Quanto al loro significato anatomico, alcuni autori interpretano le lacune come spazi extravascolari dove il sangue arriva o in seguito a corrosione delle pareti de' vasi materni per opera dei villi (Farre, Kölliker, Langhans), o in seguito a una lacerazione dei vasi stessi, che accadrebbe dal 3° al 4° mese in seguito a un processo di scissione della decidua in due fogli (caduca serotina e reflessa) (Hofmeier). Se non che le lacune contengono sangue anche prima del terzo mese, come io ho potuto verificare in una placenta di circa sei settimane (Vedi fig. 6). Altri autori invece sostengono che le lacune altro non rappresentano che dilatazioni enormi de' vasi capillari, la cui parete rivolta verso il corion è introflessa dai villi (Ercolani (1), Reid e Romiti). Questa opinione trova appoggio nei seguenti fatti: 1) In taluni mammiferi [roditori (cavia), e carnivori (cinoidei, felidi)] si osservano i capillari della mucosa uterina dilatati e a pareti sottili, così che i villi appaiono bagnati dal sangue materno. E dilatazioni vasali più complete si veggono in taluni sdentati (dasypus e tamandua) (2). — 2) Leopold e G. Colucci (3) studiando lo sviluppo della placenta al 2° mese nella donna, e Mathias Duval studiandone lo sviluppo nelle coniglie (4) hanno veduto la dilatazione della rete capillare superficiale dell' utero, contro la quale crescono i villi. Di fronte a questi fatti si è obbiettato: 1) che i villi mai sono circondati da tessuto materno, 2) che le lacune mai sono rivestite da endotelio vasale. Inesatta però fu dimostrata già da Ercolani la prima asserzione, perchè specie nei casi dove esiste ipertrofia degli elementi materni, è dato di distinguere cellule deciduali attorno ai villi, locchè io ho potuto più volte confermare su tagli di placente (V. figure 3 e 4). Quanto alla seconda asserzione essa non ha più ragione di essere, poichè Waldeyer in una

---

(1) Mentre il Waldeyer nella sua memoria sopra citata scrive che per l' Ercolani gli spazi intervillosi non rappresentano che lacune senza parete: sta di fatto che quest' ultimo autore fin dal 1869 insegnava che « le lacune altro non sono che capillari venosi enormemente dilatati », e nelle sue memorie posteriori riaffermava poi sempre questo insegnamento, aggiungendo anche dei disegni d' uno strato superficiale dell' epitelio dei villi, da lui interpretato come « parete endoteliale modificata dei vasi materni » V. i lavori d' Ercolani nelle Mem. dell'Acc. delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Serie II. Vol. 9. — Serie III. Vol. 7 e Vol. 10.

(2) Romiti. Lavoro citato.

(3) G. Colucci. Nuovi dati sulla struttura della placenta umana. Napoli 1886.

(4) Prenant. La morphologie du placenta. V. La Semaine medicale, 1er Oct. 1890.

placenta di quattro settimane vide gli spazî intervillosi circondati da un endotelio, e residui endoteliali si osservano in una placenta di sei settimane, di cui esistono sezioni microscopiche nell' Istituto d' anatomia patologica dell' Università di Bologna (V. fig. 5). E se negli ultimi stadi della gravidanza l' endotelio non si conserva, ciò appunto, nota Waldeyer, appoggia maggiormente l' idea che gli spazi lacunari derivino dai capillari per dilatazione di questi.

Un' ultima questione molto importante per la anatomia della placenta è quella, che riguarda la natura dell' *epitelio o strato di rivestimento del villo, che alcuni autori reputano di origine fetale* (Kölliker, Leopold, Winckler, Kupffer, Waldeyer, Steffeck ecc.), altri invece di provenienza materna (Turner, Ercolani, Balfour (1), Romiti, Herbwig, V. Colucci (2) ecc.). Osservando senza preconcetti sezioni microtomiche dello strato epiteliale, si nota che esso è costituito da una listerella anista d' aspetto omogeneo, più o meno chiaramente limitata da due orli e cosparsa da una serie lineare di nuclei rotondi d' aspetto granuloso, che si colorano intensamente colle sostanze coloranti nucleari (carminio ed ematossilina) (V. fig. 3 4). Questa serie di nuclei, attorno a cui non si osservano netti limiti cellulari, non di rado è disposta presso l' orlo interno o lungo la linea mediana di detta listerella, talora invece presso l' orlo esterno di essa. Ora lo strato di rivestimento, mentre segue il contorno dei villi liberi, si comporta in modo diverso sui villi aderenti, poichè dopo averli rivestiti nella loro lunghezza, esso giunto presso la radice d' attacco si rivolge infuori, e passa lateralmente a rivestire la superficie interna della decidua basale (V. fig. 1); di guisa che la estremità d' attacco dei villi aderenti resta effettivamente priva d' epitelio, e non solo apparentemente, come insegnava l' Ercolani (3). Esternamente al detto strato di rivestimento un' altro ne fu descritto (*strato epiteliale esterno* di Kölliker), che il Romiti denomina *cuticola esterna del villo*, e che definisce come uno strato membranoso omogeneo, trasparente finamente punteggiato. Io mentre ho potuto bensì vedere prolungarsi per un lieve tratto sulla parete esterna d' una lacuna l' endotelio d' un vaso che in essa sboccava (V. fig. 2), non ho mai potuto invece scorgere un vero rivestimento endoteliale attorno ai villi nè nei miei preparati, nè nelle figure lasciateci dall' Ercolani, le quali evidentemente non rappresentano che l' unico strato di rivestimento suddescritto, i cui nuclei stanno ravvicinati all' orlo interno.

---

(1) Balfour. Traité d' Embryologie et organogenie comparées. Vol. II. Trad. franç. Paris 1885.

(2) V. Colucci. Sulla vera natura glandulare della porzione materna della placenta nella donna e negli animali. Mem. dell' Acc. di Bologna. Serie IV Vol. 7°. 1886.

(3) Ercolani. Nuove ricerche d' anatomia normale e patologica sulla placenta dei mammiferi, e della donna. Lettere a Kölliker. Mem. dell'Acc. di Bologna. Serie IV. Vol. 4°. 1883.

Non tutti i villi però sono ricoperti immediatamente dallo strato epiteliale; ché presso il margine della placenta bene spesso avviene di osservare alcune sezioni di villi contornate ovunque da cellule deciduali, e altre, che mentre da un lato sono rivestite dal tessuto deciduale, dall' altro lato sono ricoverte dal così detto epitelio; infine altre sezioni si trovano che fra lo stroma e la membrana di rivestimento presentano singoli nuclei granellosi (fig. 4) e piccole cellule simili a quelle della decidua.

Ora le particolarità istologiche fin qui notate depongono in favore del concetto che il così detto epitelio del villo sia di derivazione materna. Infatti se esso fosse di origine fetale, non dovrebbe in nessun punto abbandonare il contorno dei villi, come accade in riguardo ai villi aderenti, i quali dobbiamo supporre tali diventino solo perché, in luogo di incontrare e introflettere la parete d' un vaso sanguigno, si fanno strada tra un vaso e l' altro; né nell' ipotesi della origine fetale dell' epitelio potrebbe spiegarsi la presenza di cellule deciduali tra esso epitelio e lo stroma dei villi, cellule che nella sifilide della placenta e nello infarto bianco subiscono alterazioni identiche alla porzione materna. Pertanto un seguace di Kölliker, per ispiegare la presenza di cotali cellule degenerate, ha dovuto ricorrere alla seguente artificiosa supposizione « che le cellule deciduali proliferando si facciano strada fra lo stroma dei villi e l' epitelio e poi degenerino » (1). Infine è inconciliabile coll' idea dell' origine fetale dell' epitelio il fatto addotto da Ercolani, che se un feto morto resta colla sua placenta nell' utero durante i primi mesi di gestazione, la placenta può continuare a crescere e crescono specialmente gli epiteli intorno ai villi. (2).

Un ultimo punto, su cui esistono delle divergenze, è infine sul *numero degli strati epiteliali*, che rivestono il villo, i quali secondo alcuni autori sono due, lo strato esterno endoteliale, e lo strato interno epiteliale, secondo altri sono tre, ammettendo questi che lo strato interno sia duplice. Secondo me, una tale discrepanza può derivare dal fatto che a seconda della maggiore o minore distensione subita dalle pareti delle lacune rimangono a ridosso del villo ora il semplice strato epiteliale, ora uno o più serie di cellule della decidua. Lo strato di rivestimento cosidetto epiteliale pertanto risulta probabilmente dalla fusione di cellule deciduali perivascolari. Forse alla formazione di esso partecipano a preferenza le cellule giganti che stanno lungo i vasi, i nuclei delle quali si colorano intensamente colle sostanze nucleari a somiglianza dei nuclei del detto strato. Nella sua apparenza lo strato di rivestimento ricorda il foglietto interno della capsula di

---

(1) Alex. Favre. Ueber den weissen Infarks der menschlichen Placenta. Virchows Arch. Bol. 120. Haft. 3. 1890.

(2) Ercolani. Nuove ricerche ecc. Lettere a Kölliker. Mem. dell'Acc. di Bologna. Serie IV. Vol. 4° 1883.

Bowmann, che sta attorno ai glomeruli renali, eccetto che in questo le cellule sono distinte e non fuse. E forse corrispondentemente a cotale somiglianza potrebbe all' epitelio del villo spettare una funzione modificatrice dei fenomeni osmotici, che hanno luogo tra il sangue materno e quello del feto.

Concludendo, le principali particolarità che a me venne fatto di rilevare nella placenta umana sono le seguenti: 1) La forma cilindrico-bassa dell' epitelio del tratto amniotico che riveste la placenta; 2) La mancanza effettiva dell' epitelio sulla estremità dei villi aderenti; 3) La persistenza di cellule deciduali tra lo stroma del villo e il suo epitelio; e 4) infine la persistenza dello strato glandulare o spongioso anche nelle placente a termine.

Venti furono le placente da me esaminate appartenenti alcune a feti nati prematuramente, altre a feti maturi espulsi morti o spirati poche ore o pochi giorni dopo la nascita. L' alterazione che più frequentemente mi accadde di riscontrare in codeste placente fu il così detto *infarto bianco* di notevole estensione. Sotto cotale denominazione è conosciuta un' alterazione della decidua, nella quale al posto delle cellule deciduali e non di rado anche in una parte dei seni placentari si osserva una trama di apparenza fibrinosa, e dove la apparente florina si incontra talora disposta a strie (per lo più nella decidua basale), talora disposta a rete o a canali formando la cosidetta fibrina canalizzata di Langhaus (per lo più al margine della placenta e nella parte interna delle lacune), talvolta infine si incontra disposta a strati compatti addossati l' uno sull' altro come in un tessuto fibroso, (ciò che si osserva più di frequente nella decidua subcoriale). Nelle due prime forme si ritrovano inoltre spesso residui di cellule oppure vacuoli rimasti al posto di esse. La qui descritta alterazione morbosa non ha sempre il significato di un fenomeno incompatibile colla continuazione della vita fetale; essa si può rilevare in diversa estensione in circa una metà della placente già ad occhio nudo, in quasi tutte poi coll' aiuto del microscopio (1). Ma pregiudizio alla vita del feto consegue soltanto, allorché l' infarto è molto esteso.

Varie sono le interpretazioni, che furono date dell' infarto bianco dai diversi autori. Meckel riguardava quest' alterazione risultante oltre che da emorragie anche da infiammazione cronica della decidua (2). Ercolani invece la comprese sotto il nome di *trombosi delle lacune*, e in massima

(1) Steffeck. Der weisse Infarkt der Placenta ecc., già citato.
(2) Id. Id.

come tale la considerò (1). Egli descrisse il trombo come un grumo, che all'esame macroscopico si presenta rosso scuro, se recente, bianco-giallo, se antico, che si scolora a principiare dai margini, e che all'esame microscopico appare composto di fibrina del sangue, fibrina, che si trova parte nella decidua, parte nelle lacune, e rappresenta, secondo lui, nella prima il residuo di emorragie verificatesi dalle lacune in seguito a degenerazione grassa delle cellule deciduali, nei seni una trombosi che si verifica per il rallentamento del circolo consecutivo alle emorragie suddette; notò infine che in seguito a questa trombosi i villi compresi nel trombo si mortificano, e che talvolta la fibrina si organizza, e talvolta invece subisce una trasformazione in sostanza pioide. Interpretazione simile a quella dell'Ercolani fu data all'infarto dallo Scanzoni. E il concetto di trombosi delle lacune fu poi ritenuto anche da altri autori, solo che questi ne interpretarono diversamente la origine. Infatti Rohr ritiene la trombosi degli spazi intervillosi come conseguente a rallentamento del circolo sanguigno lacunare in seguito a endoarterite materna (2); Bailly (3), Ackermann (4) e Cohn (5) la ritengono invece come secondaria ad alterazione e necrosi dei villi; non rappresentando per loro l'infarto che una necrosi da coagulazione consecutiva a periarterite fibrinosa dei villi coriali. Secondo Meyer poi l'infarto risulta da un tessuto fibrillare omogeneo formato da un processo di granulazione della decidua proliferante. Ma di recente Recklinghausen e Favre (6) hanno fatto rilevare che l'infarto non consta generalmente di fibrina dacchè esso non si colora che in minima parte col metodo di Weigert (7), ed hanno asserito che esso è l'espressione di una degenerazione ialina delle cellule deciduali e della loro sostanza interstiziale. E questa interpretazione è accolta di recente anche da Steffeck, il quale fa un'eccezione solo per gli infarti subcoriali stratificati (fibrinkeile), che secondo lui, si mostrano sempre costituiti da fibrina.

---

(1) Ercolani. Delle malattie della placenta 1871. V. Mem. dell'Accad. dell'Ist. delle Scienze in Bologna. Serie II. Vol. 10.°

(2) Rohr. Die Bezielumgen ecc. già citato.

(3) Gazzette des hôpitaux 1876 citata da Ercolani.

(4) Ackermann. Der weisse Infarct der Placenta. Virchows Arch. B. 96, 1884.

(5) Cohn. Ueber das Absterben des Foetus bei Nephritis der Mutter. Zeitschr. für Gebürtshülfs und Gyn. Bd. XIV. Heft. 2.

(6) Favre Alex. Ueber den weissen Infarct der menschlichen Placenta. Virchows Arct. Bd. CXX. Heft. 3° 1890.

(7) Il metodo Weigert per la colorazione in violetto della fibrina è il seguente: Si tengono le sezioni per 5 a 10 minuti entro una soluzione di violetto di genziana in acqua d'anilina; si asciugano e si sottopongono per $\frac{1}{2}$ a 1 minuto all'azione della soluzione iodoiodurata di Lugol; riasciugatele si trattano di nuovo con una miscela di olio di anilina e xilolo nella proporzione di 2 a 1, finchè si precipitano fiocchi neri; da ultimo si lava con xilolo e si monta.

Dagli esami, che ebbi occasione di praticare, io mi sono formato questo concetto, che l' infarto bianco non é sempre l' espressione dello stesso processo patologico, e che la cosidetta fibrina dell' infarto, trattata col metodo del Weigert, non reagisce sempre in modo costante né uguale nei vari punti di esso.

1. A seconda della loro origine gli infarti si possono distinguere in due gruppi: *a*) Infarti costituiti da trombosi dei seni, *b*) infarti deciduali risultanti da un processo infiammatorio della decidua, processo che é talora di natura emorragica.

a) Mi induce anzitutto ad ammettere la esistenza di una trombosi dei seni un esemplare da me osservato di una placenta appartenente a un feto di sette mesi presentatosi per le natiche, e nel quale a scopo di estrazione fu nella Clinica ostetrica punto il canale vertebrale. Per causa meccanica, indotta probabilmente dalle manovre operatorie, il sangue aveva dovuto indugiare entro le lacune. All' esame microscopico della detta placenta risulta la seguente apparenza:

« Internamente alla decidua basale si osserva un finissimo reticolo di fibrina disseminato da numerosi leucociti, e in qualche punto da ammassi di corpuscoli rossi; sott' esso strati di fibrina si alternano con strati di corpuscoli sanguigni. Esternamente poi al corion si trova un reticolo di fibrina più addensata, in mezzo a cui sono sparsi dove leucociti isolati o a gruppi, dove ammassi di globuli rossi. Questa fibrina si trova negli spazi intervillosi e si vede in parecchi punti addossata all' epitelio dei villi, i quali si mostrano d' apparenza normale e solo col lume de' vasi un po' ristretto. »

Evidentemente si tratta in questo caso di un arresto di sangue di data recente nelle lacune. Ma nulla vieta di pensare che per circostanze diverse come per endoarterite dei vasi materni, per stenosi o occlusione di vene efferenti della placenta od altre cause meccaniche si possano verificare o un rallentamento o un parziale arresto della corrente sanguigna placentare, di tal grado da conseguirne una trombosi di singole lacune durante la gravidanza.

Del resto la trombosi degli spazi intervillosi può avvenire anche secondariamente a necrosi dei villi, come hanno ammesso Bailly, Ackermann e Cohn e come io ho potuto osservare su una placenta di sette mesi con trasformazione fibrosa e obliterazione d' una parte dei villi, o secondariamente a necrosi di interi tratti di placenta, del che ebbi esempio in una placenta di cinque mesi consegnatami dal mio egregio amico, dottor Coen, e appartenente a una donna in cui l' avvenuto aborto si poteva riferire ad un trauma riportato sull' addome. In questi casi si può trovare il rivestimento epiteliale dei villi trasmutato in un delicatissimo

mosaico costituito da piccolissime cellette poligonali, trasparenti, ravvicinate fra loro, aventi contorno sbiadito e nucleo puntiforme, cellette, che potrebbbero rappresentare uno stadio atrofico de' nuclei epiteliali (V. fig. 7).

b) Mentre nella forma fin qui descritta la trombosi delle lacune è il fatto essenziale, vi ha un' altra forma di infarto, in cui la trombosi è solo un fatto accessorio, e dove il fatto più saliente è rappresentato da un' alterazione del tessuto deciduale consecutiva ad infiltrazione parvicellulare del medesimo.

Le placente affette da questa forma all' *esame macroscopico* mostransi spesso alla superfice fetale d' aspetto granuloso, quasi fossero disseminate da noduli tubercolari. Al taglio presentano in alcuni tratti estese chiazze giallastre irregolari (infarto fibrinoso), in altri piccole chiazze bianche consistenti, rotondeggianti (villi ipertrofici), disseminate frammezzo a tessuto placentare normale di color rosso. All' *esame microscopico* si ha la seguente apparenza; Lo strato basale della decidua presenta le sue cellule in alcuni punti in via di proliferazione, in altri (per maggiore estensione) in via di degenerazione grassa (necrobiosi). Negli spazi intercellulari si osservano filamenti di fibrina, forse risultanti dal rapprendersi d' un succo nutrizio intercellulare, e che spesso alla superficie interna della decidua basale sono ravvicinati in modo da costituire un sottile straterello. Nella zona subcoriale poi la fibrina é disposta o a strati compatti o a rete, nel qual caso non di rado lascia scorgere fra le sue maglie cellule deciduali degenerate. Nel centro dell' infarto i villi si trovano per lo più in preda a necrosi; altrove in grado diverso alterati, e dove atrofici e sprovvisti d' epitelio, dove in preda a degenerazione mucosa, dove finalmente ipertrofici e in preda ad infiltrazione parvicellulare e fibroplastica colle arterie affette da un processo flogistico obliterante e colle vene ingorgarte. I villi meno colpiti lasciano osservare tra il loro stroma e il rivestimento epiteliale delle strie fibrinose e delle cellule degenerate in modo analogo a quelle del tessuto deciduale. Da ultimo si osservano notevoli accumuli di leucociti e di granuli nucleari sia nello strato basale che ai margini della placenta.

L' anamnesi per lo più istruisce che in relazione colla descritta forma morbosa si osservano nella madre non di rado malattie costituzionali, (sifilide, tubercolosi), con una certa frequenza malattia di Bright, spesso infine processi flogistici endouterini. Io non potei avere i dati anamnestici che solo di pochi fra i casi da me studiati: in 2 madri aveva esistito tubercolosi, in 2 sifilide, in 2 avevano avuto luogo pelvi-peritoniti durante puerperî antecedenti, e finalmente in 2 avevano preceduto aborti.

Io sono inclinato a ritenere la forma d' infarto qui descritta come consecutiva ad infiltrazione flogistica della decidua, e la trama d' aspetto fibri-

noso come il prodotto di una essudazione, cui consegue in taluni punti necrobiosi, in altri degenerazione vescicolare delle cellule deciduali.

Talvolta insieme colla infiltrazione parvicellulare della decidua si osservano inoltre emorragie; e in prossimità dei vasi deciduali vien fatto di vedere al microscopio degli spazi intercellulari infiltrati di corpuscoli rossi del sangue, in alcuni punti poi veri accumuli di globuli sanguigni, circondati alle volte da cristalli di ematoidina. Un esempio di tal fatta io ho potuto osservare in una placenta appartenente a un maschio di mesi otto nato da madre tubercolosa, il quale godette solo due giorni di vita extrauterina.

Per quanto concerne infine la natura isto-chimica dell'infarto, io debbo osservare che questo non reagisce sempre al metodo di Weigert precisamente nel modo indicato dallo Steffeck. Infatti mentre talora si vedono colorarsi parzialmente infarti esistenti ai margini della placenta e in alcuni punti quelli della decidua basale, avviene eziandio alle volte che gli infarti subcoriali a strati compatti, gli unici ritenuti da Steffeck per fibrinosi, restino in molti punti scolorati. Oltre a ciò non di rado si trovano alcuni tratti che col violetto d' anilina reagiscono in rosso, a conferma di quanto ha verificato Stilling (1), che nella placenta è possibile colla degenerazione ialina la combinazione della degenerazione amiloide.

Ma la esistenza di queste due specie di degenerazione non esclude che primitivamente l' infarto constasse di fibrina; ed è possibile anzi che la fibrina abbia subito un processo di trasformazione, essendosi già osservata la degenerazione ialina nei coaguli postmortali, in emboli di arterie polmonari (Recklinghausen), nelle stratificazioni fibrinose degli aneurismi e nelle pareti dei tumori cavernosi del fegato.

Concludendo: 1) Alla denominazione infarto bianco non va annesso altro significato all' infuori che quello della speciale apparenza di trama fibrinosa nella placenta. 2) Quest' apparenza talora è limitata ai seni e costituita da una trombosi dei medesimi consecutiva o a rallentamento del circolo placentare o a necrosi de' villi, che in tal caso presentano uno speciale stato atrofico dell' epitelio. 3) Più di frequente invece l' apparenza suddetta è estesa al tessuto deciduale, dove si osservano inoltre infiltrazione parvicellulare e degenerazione vescicolare delle cellule deciduali; in tal caso l' infarto è da ritenere come l' espressione d' una placentite, che alle volte è anche emorragica. Sui villi che diventano necrotici in seguito a questo processo manca d' ordinario ogni rivestimento epiteliale. 4) Negli infarti si può trovare della fibrina commista a tratti di tessuto che hanno subito la degenerazione ialina e ad altri che hanno subito la degenera-

(1) Birch. Hirschfeld. Lehrbuch der patholog. Anatomie Bd. Iª IV Aufl. Leipzig. 1889.

zione anuloide. Si può supporre che queste ultime due specie di degenerazioni non rappresentino che diversi stadî di un trasmutamento della fibrina.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Fig. 1. Placenta di otto mesi. L'epitelio non segue i contorni del villo, ma quelli della lacuna.

Fig. 2. Placenta di mesi cinque. Endotelio osservato presso la parete superiore d'una lacuna.

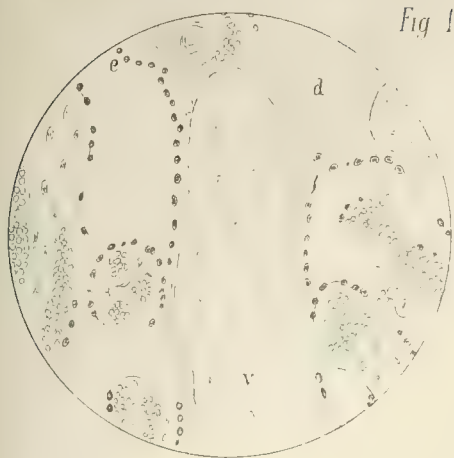
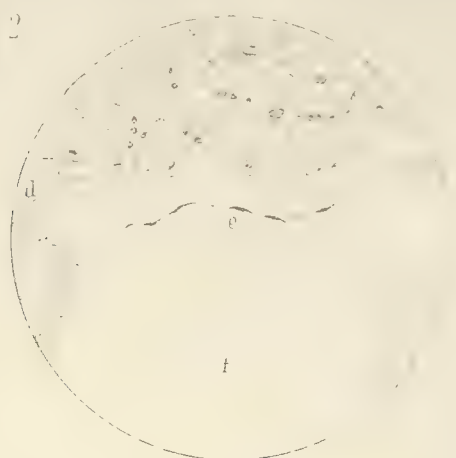
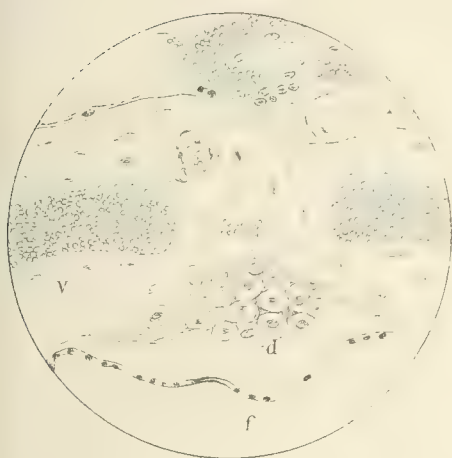
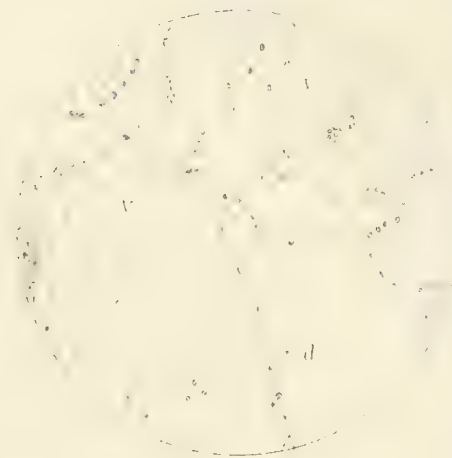
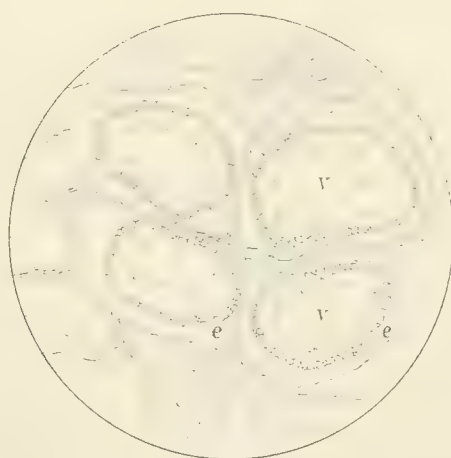
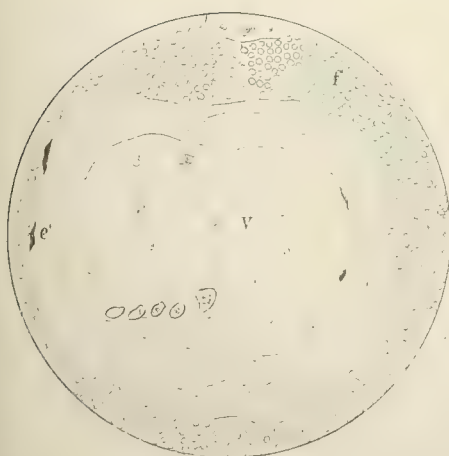
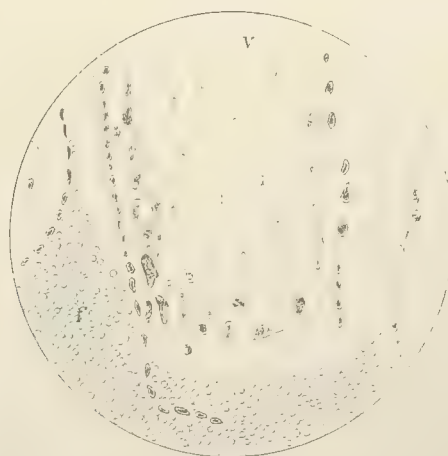
Fig. 3. Placenta di mesi sette
Fig. 4. Placenta di mesi sei
} mostrano lo strato epiteliale del villo e le cellule deciduali più o meno ben conservate sotto il detto strato.

Fig. 5. Placenta di sei settimane. Lascia vedere ancora residui d'endotelio della parete lacunare.

Fig. 6. Placenta medesima (6 sett.). Sangue nelle lacune.

Fig. 7. Placenta di mesi otto. Speciale modificazione dello strato epiteliale de' villi per necrosi primaria di questi.

d, decidua — *e'*, cellule endoteliali — *e*, strato epiteliale — *f*, lacuna — *v*, villi.

G. Finzi, di. dal vero　　E. Contoli, inc.　　lit. G. Wenk e Figli — Bologna.

SOPRA

ALCUNI

PRINCIPI DELLE CORTECCIE DI « *COTO* »

MEMORIA

DI

GIACOMO CIAMICIAN E PAOLO SILBER

(Letta nella Sessione del 26 Aprile 1891).

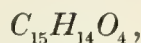
Le corteccie di *Coto* sono state studiate largamente circa 12 anni or sono dai chimici Iobst e Hesse, i quali poterono estrarre dalla droga commerciale una serie di sostanze, che vennero da essi accuratamente descritte in un' estesa Memoria, pubblicata negli Annali di Liebig del 1879 (*). Fra i diversi corpi scoperti da questi autori, abbiamo scelto come punto di partenza pei nostri studi la così detta *Idrocotoina*, perchè questa sostanza ci è sembrata una delle più semplici e perchè è una di quelle che trovansi facilmente in commercio. Nella idrocotoina greggia proveniente dalla rinomata fabbrica di E. Merck di Darmstadt, abbiamo riscontrato però ben tosto, oltre alla idrocotoina di Iobst e Hesse, la presenza di un altro corpo, che non era stato ancora descritto e che è meno solubile nell' alcool. L' esistenza di questo nuovo composto nelle corteccie di *Coto* venne confermata anche dalle estrazioni fatte nel laboratorio della ditta E. Merck, che mise, con somma cortesia, notevoli quantità di tale sostanza a nostra disposizione. Cogliamo qui l'occasione per esprimere al Sig. E. Merck pubblicamente i nostri più sentiti ringraziamenti.

Noi proponiamo di chiamare, per ragioni che diremo in seguito, *Protocotoina* la nuova sostanza in parola, di cui daremo la descrizione dopo d' avere esposto le nostre esperienze sulla idrocotoina Iobst e Hesse.

(*) L. Annalen 199, pag. 17.

I. Sull' idrocotoina. (*)

Questi chimici attribuirono alla sostanza da essi cosi chiamata la formola:

$$C_{15}H_{14}O_4,$$

che noi abbiamo potuto confermare.

Il nostro prodotto, proveniente dalla materia commerciale, venne purificato mediante ripetute cristallizzazioni dall' alcool. Aveva l'aspetto di lunghi aghi gialli, che fondevano a 98°, in corrispondenza con le osservazioni di Iobst e Hesse.

Le nostre analisi fatte su campioni diversi, seccati nel vuoto sull' acido solforico, dettero i seguenti numeri, che compariamo con i resultati delle analisi dei due citati autori:

1. — 0,2416 gr. di sostanza dettero 0,6062 gr. di CO_2 e 0,1194 gr. di H_2O.
2. — 0,2387 gr. di sostanza dettero 0,6044 gr. di CO_2 e 0,1181 gr. di H_2O.

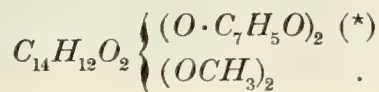
In 100 parti:

	trovato				calcolato per la formola: $C_{15}H_{14}O_4$
	Ciamician e Silber		Iobst e Hesse		
	1.	2.	1.	2.	
C	69,01	69,10	69,69	69,41	69,38
H	5,43	5,50	5,43	5,53	5,42.

Dopo avere determinato con certezza la composizione centesimale dell' idrocotoina, ci é sembrato indispensabile ricercarne, prima di tutto, la grandezza molecolare, tanto più che Iobst e Hesse, in fine della loro importante Memoria, sottoponendo ad una discussione le formole delle sostanze da loro studiate, ammisero come possibile per l' idrocotoina una formola raddoppiata, in cui sarebbero contenuti due ossimetili e due gruppi

(*) Sull' idrocotoina abbiamo pubblicato alcuni mesi or sono una breve Nota preliminare nei Rendiconti della R. Accademia dei Lincei.

benzoilici in forma d' etere benzoico:

$$C_{14}H_{12}O_2 \left\{ \begin{array}{l} (O \cdot C_7H_5O)_2 \ (*) \\ (OCH_3)_2 \end{array} \right. .$$

Noi abbiamo determinato il peso molecolare in soluzione acetica, impiegando l' apparecchio ordinario di Beckmann. I resultati furono i seguenti, che, come si vede, conducono alla *formola semplice*, la quale richiede il peso molecolare:

$$C_{15}H_{14}O_4 = 258 .$$

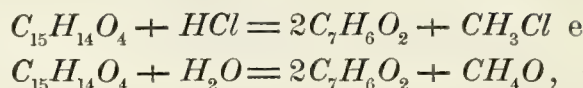
Concentrazione	Abbassamento osservato	Peso molecolare trovato
0,7228 p. cto.	0,115°	245
1,5243 »	0,230°	258
2,1563 »	0,323°	260
4,2583 »	0,613°	271 .

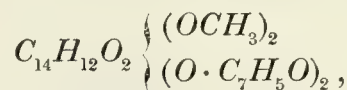
Le proprietá dell' idrocotoina corrispondono pienamente alla descrizione che ne hanno dato Iobst e Hesse. Cristallizza dall' alcool in grandi prismi d' un colore giallo pallido, che non si prestano allo studio cristallografico. È solubile nell' etere, nel cloroformio, nell' acido acetico, ma non si scioglie sensibilmente nell' acqua. Ha reazione neutra, si scioglie peró negli alcali con colorazione gialla intensa; le soluzioni concentrate depongono i composti metallici in forma oleosa. L' idrocotoina dá in soluzione acquosa alcoolica una colorazione rosso bruna intensa col cloruro ferrico. Anche riguardo al comportamento dell' idrocotoina con alcuni reattivi, quali gli acidi minerali e la potassa fondente, le nostre osservazioni coincidono con quelle dei due autori piú volte citati. Essi trovarono che l' acido cloridrico la scinde a 140° principalmente in cloruro metilico ed acido benzoico, dando origine in pari tempo ad assai piccole quantitá (dicono gli autori) d' una materia colorante gialla; nella fusione con potassa ottennero soltanto acido benzoico. L' interpretazione di questi processi fu invece assai meno felice, perché le seguenti equazioni (**), ch' essi ritengono come

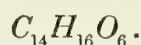
(*) L. Annalen 199, pag. 93. La formola $C_{14}H_{14}O_2 \left\{ \begin{array}{l} (C_7H_5O_2)_2 \\ (OCH_3)_2 \end{array} \right.$ contiene evidentemente per un errore di stampa due atomi d' idrogeno in più.

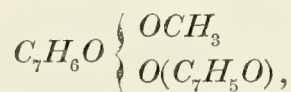
(**) L. Annalen 199, pag. 63.

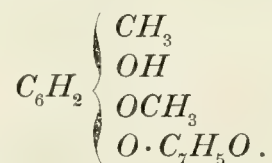
possibile espressione delle reazioni indicate:

$$C_{15}H_{14}O_4 + HCl = 2C_7H_6O_2 + CH_3Cl \text{ e}$$
$$C_{15}H_{14}O_4 + H_2O = 2C_7H_6O_2 + CH_4O,$$

non sono certamente esatte; del resto sembra che essi stessi ne abbiano rimarcata l'insufficienza, perchè in fine della Memoria (*) discutono la formola già indicata:

$$C_{14}H_{12}O_2 \begin{cases} (OCH_3)_2 \\ (O \cdot C_7H_5O)_2, \end{cases}$$

secondo la quale l'idrocotoina sarebbe un derivato d'un fenolo esatomico:

$$C_{14}H_{16}O_6.$$

Siccome la formola dell'idrocotoina non può essere raddoppiata, accettando le supposizioni di Iobst e Hesse, si dovrebbe attribuirle la seguente costituzione:

$$C_7H_6O \begin{cases} OCH_3 \\ O(C_7H_5O), \end{cases}$$

in cui è sottintesa la presenza d'un ossidrile fenico, provata sufficentemente dalla formazione d'un derivato acetilico e dalla solubilità dell'idrocotoina negli alcali caustici. Se si ammette in fine, che l'idrocotoina contenga, come è assai probabile, due anelli benzolici, si arriva, in base alle esperienze finora citate, alla seguente formola, che a priori sembra certamente possedere un certo grado di probabilità:

$$C_6H_2 \begin{cases} CH_3 \\ OH \\ OCH_3 \\ O \cdot C_7H_5O. \end{cases}$$

Noi abbiamo trovato però che la cosa è alquanto diversa. Veramente già il colore dell'idrocotoina rende un poco sospetta una simile costituzione, ma a togliere ogni dubbio sulla sua inesattezza basta la determina-

(*) Ibid. pag. 93.

zione quantitativa degli ossimetili. Noi riteniamo che questo sia uno dei casi in cui l'utilità del metodo ideato a questo scopo dal Zeisel riesce quanto mai evidente.

L' idrocotoina contiene *due gruppi ossimetilici,* come lo prova il seguente saggio:

0,3096 gr. di sostanza dettero 0,5537 gr. di AgI.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{13}H_8O_2(OCH_3)_2$
OCH_3	23,59	24,03.

Per assicurarci maggiormente della presenza d' un' ossidrile fenico abbiamo preparato anche il derivato metilico dell' idrocotoina ed abbiamo trovato che questo nuovo composto contiene realmente *tre ossimetili.*

La metilidrocotoina si ottiene facilmente scaldando in tubo a 100° per qualche ora 1 p. di idrocotoina con 1 p. di joduro metilico, 0,3 p. di potassa e 5 p. di alcool metilico. Dopo il raffreddamento si riscontrano nel tubo grossi cristalli; svaporando l' alcool metilico a b. m. rimane indietro una massa, che venne lavata con acqua e cristallizzata dall' alcool. Si ottengono cristallini bianchi, poco bene sviluppati, che fondono a 113°.

L' analisi dette numeri conformi alla formola:

$$C_{16}H_{16}O_4,$$

0,1572 gr. di materia dettero 0,4066 gr. di CO_2 e 0,0836 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{16}H_{16}O_4$
C	70,54	70,59
H	5,91	5,88.

e la determinazione degli ossimetili provò, come si disse, la presenza di tre di tali gruppi nella molecola.

0,2138 gr. di sostanza dettero, operando col metodo del Zeisel, 0,5473 gr. di AgI.

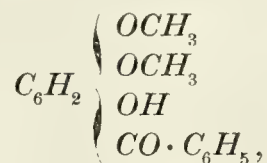
In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{13}H_7O(OCH_3)_3$
OCH_3	33,77	34,19.

La metilidrocotoina è insolubile nella potassa caustica. Si scioglie nella maggior parte dei solventi ordinari meno l'acqua in cui è insolubile. Con cloruro ferrico dà in soluzione acquoso-alcoolica una colorazione giallo chiara.

La formola dell'idrocotoina non può essere dunque quella supposta da Iobst e Hesse, perchè in essa vi devono figurare due ossimetili ed un gruppo ossidrilico libero. Per queste ragioni il residuo benzoilico non può esservi contenuto in forma d'etere benzoico, ma deve essere attaccato direttamente a carbonio in forma chetonica.

La costituzione dell'idrocotoina diviene perciò la seguente:

$$C_6H_2 \begin{cases} OCH_3 \\ OCH_3 \\ OH \\ CO \cdot C_6H_5, \end{cases}$$

che è quella d'un derivato del benzofenone.

Non ci è stato però possibile finora di provare sufficientemente l'esattezza di questa formola, prima di tutto perchè non siamo ancora riusciti ad ottenere un derivato ossimico od idrazonico della idrocotoina. — È da notarsi però che non tutti i composti di natura chetonica sono in grado di reagire coll'idrossilammina e con la fenilidrazina. Le osservazioni di Beckmann (*) sulla benzopinacolina $[C_6H_5CO \cdot C(C_6H_5)_3]$, quelle di Kehrmann (**) sui chinoni, di Herzig e Zeisel (***) sui chetoni derivanti dalla floroglucina e finalmente quelle più recenti di Hantzsch e Miolati (****) sul fenilmesitilchetone, anche senza citarne delle altre, provano ad evidenza, che vi sono molti chetoni aromatici, che hanno un comportamento indifferente, determinato senza dubbio dalla natura dei radicali e massime dalla loro posizione nel nucleo aromatico. Nel caso nostro è possibile che tale carattere sia causato dalla presenza e dalla posizione degli ossimetili.

Il comportamento chimico della idrocotoina è in genere poco adatto a svelarne la costituzione. Le liscivie di soda e potassa non l'attaccano, così pure la potassa alcoolica a pressione ordinaria, la potassa fondente non dà che acido benzoico. Speravamo di ottennere migliori resultati riscaldando l'idrocotoina con potassa alcoolica in tubo chiuso; in questo modo

(*) L. Annalen der Chemie 252, pag. 14.
(**) Berl. Ber. 21, 3314.
(***) Ibid. 21, 3493.
(****) Ibid. 23, 2772.

si forma di fatto, oltre all'acido benzoico, un composto di natura fenica, il quale peró, a giudicare dal suo punto d' ebollizione, sembra essere un miscuglio di varie sostanze. La scomposizione non avviene perció in modo netto e tale da invitare ad uno studio ulteriore. — Anche con gli acidi minerali non si hanno resultati più concludenti. Come già osservarono Iobst e Hesse si formano di preferenza materie resinose rossastre. L'acido nitrico scioglie l' idrocotoina ed il liquido dà coll' acqua una resina rossastra. L'acido cloridrico la scinde, analogamente al jodidrico, in cloruro metilico; acido benzoico ed una materia colorante amorfa, che si scioglie nei carbonati alcalini con colorazione gialla intensa.

Invogliati dalle recenti esperienze di Graebe ed Eichengrün sugli ossibenzofenoni (*), abbiamo tentato l'azione dell'acido solforico concentrato sull' idrocotoina; siccome peró questa sembrava prestarsi poco a tale reazione, l' abbiamo sostituita con la metilidrocotoina. I resultati peró non furono soddisfacenti. La metilidrocotoina si scioglie nell'acido solforico concentrato dando un liquido rossobruno, che venne scaldato per un giorno a b. m.. Versandolo nell'acqua si ottiene un precipitato color minio, contenente acido benzoico. Dopo averlo raccolto su filtro e seccato, l'abbiamo esaurito con etere, in cui é poco solubile la materia colorante, per eliminare tutto l'acido benzoico. Il residuo é una polvere d' uno splendido colore rosso intenso, che abbiamo tentato di purificare ulteriormente sciogliendola nell' acido acetico, in cui rimane insolubile una parte resinosa nerastra, e precipitando il liquido con acqua. Il composto rimane amorfo, anche quando si separa spontaneamente dall' acido acetico ed ha la seguente composizione, da cui non crediamo utile derivare una formola.

0,1920 gr. di sostanza, seccata a 100°, dettero 0,4300 gr. di CO_2 e 0,0730 gr. di H_2O.

In 100 parti:

C	61,07
H	4,22 .

Nel liquido acquoso, filtrato dalla sostanza rossa ora descritta, sembra essere contenuto un solfoacido, che non siamo riusciti ad afferrare.

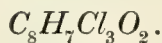
L' idrocotoina viene ridotta facilmente in soluzione alcalina dall' amalgama di sodio. Acidificando il liquido, si ottiene una sostanza bianca, amorfa, che non abbiamo ulteriormente studiato.

(*) Berl. Ber. 24, 968.

La reazione più fortunata è stata quella che avviene per *azione del pentacloruro di fosforo sopra la idrocotoina e la metilidrocotoina*.

In questo modo la molecola di queste sostanze sembra scindersi in cloruro di benzoile e fenilcloroformio ($C_6H_5CCl_3$) da un lato, e nei derivati clorurati di eteri metilici di fenoli poliatomici dall' altro. La scissione non si compie però neppure in questo caso in modo netto, perchè, oltre alle sostanze menzionate, si formano sempre notevoli quantità di materie resinose.

Mescolando l' idrocotoina (10 gr.) con pentacloruro di fosforo (60 gr.) si ottiene una massa verde-nerastra, per cui si vede che già a freddo ha luogo un' azione chimica. Noi abbiamo riscaldato il miscuglio in una storta fino a completa distillazione dell' ossicloruro di fosforo e del tricloruro, formatisi nella reazione. La massa assume un colore rosso bruno, il distillato è quasi senza colore. Noi abbiamo trattato entrambi con acqua, riunito tutto e distillato in corrente di vapore acqueo. Da principio passano delle goccie d' un liquido denso, senza colore, dell' odore caratteristico del *ω-triclorotoluene* [$C_6H_5CCl_3$]. Realmente questa è la sostanza che si raccoglie nelle prime porzioni del distillato, perchè scaldandone una piccola parte con dimetilanilina e cloruro di zinco, si ottiene abbondantemente il *verde di malachite*, con tutte le caratteristiche sue proprietà. — Dopo il triclorotoluene distilla una materia solida, cristallina, filamentosa, che s' attacca alle pareti del tubo refrigerante e facilmente lo ostruisce. Questa materia è poco volatile, tanto che per scacciarla completamente dal liquido è necessario prolungare per qualche giorno la distillazione. Essa rimane in gran parte sospesa nell' acqua dei distillati e quella piccola porzione, che in principio vi è disciolta, si separa del tutto col raffreddamento e riposo. Raccolta su filtro e seccata pesa 2,5 gr. Venne purificata facendola cristallizzare più volte dall' alcool. Si ottengono così aghi lunghi, senza colore, che fondono a 174°.

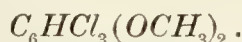
L' analisi dette numeri, che conducono alla formola:

$$C_8H_7Cl_3O_2.$$

1. — 0,1750 gr. di sostanza dettero 0,2560 gr. di CO_2 e 0,0495 gr. di H_2O.
2. — 0,2286 gr. di sostanza dettero 0,4075 gr. di $AgCl$.

In 100 parti:

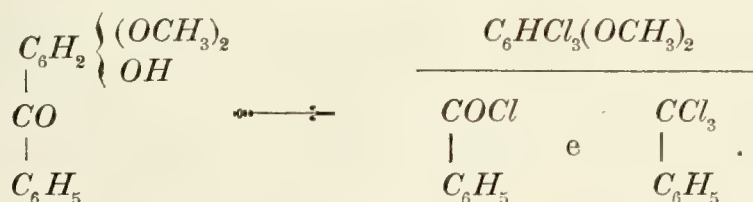
	trovato		calcolato per la formola $C_8H_7Cl_3O_2$
	1.	2.	
C	39,89	— —	39,75
H	3,14	— —	2,89
Cl	— —	44,09	44,09.

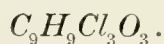
Il nuovo composto é insolubile nell' acqua, nei carbonati alcalini e negli alcali caustici, si scioglie invece facilmente negli altri solventi ordinari. È molto resistente all' azione dei vari reattivi e soltanto a 140° l'acido cloridrico l' attacca con formazione di cloruro metilico. Noi supponiamo ch' esso sia l' etere dimetilico d' un fenolo triclorurato; la sua formola sarebbe in questo caso la seguente:

$$C_6HCl_3(OCH_3)_2 .$$

Il liquido acquoso, da cui venne separato per filtrazione il composto ora descritto, contiene notevoli quantità d'*acido benzoico*, che si puó estrarre facilmente con etere. L'acido benzoico é evidentemente un prodotto indiretto della reazione, formatosi per scomposizione del cloruro di benzoile, ed in parte forse anche del triclorotoluene, per ebollizione con acqua.

La parte della materia, che rimane indietro nel pallone di distillazione, é una specie di resina, fragile, nerastra, da cui non abbiamo potuto ricavare sostanze definibili e cristalline.

Volendo rendersi conto dell' azione del pentacloruro di fosforo sull'idrocotoina, in base alla formola che abbiamo indicato più sopra, risulterebbe la seguente relazione, che noi esponiamo naturalmente con la massima riserva:

$$\begin{matrix} C_6H_2 \left\{ \begin{matrix} (OCH_3)_2 \\ OH \end{matrix} \right. \\ | \\ CO \\ | \\ C_6H_5 \end{matrix} \quad \longrightarrow \quad \begin{matrix} C_6HCl_3(OCH_3)_2 \\ \hline \begin{matrix} COCl \\ | \\ C_6H_5 \end{matrix} \quad e \quad \begin{matrix} CCl_3 \\ | \\ C_6H_5 \end{matrix} \end{matrix} .$$

La metilidrocotoina si comporta in modo assai analogo. Noi abbiamo fatto agire 50 gr. di pentacloruro di fosforo sopra 8 gr. di sostanza, mescolando intimamente i due composti e scaldando il miscuglio in una storta. La massa, che in principio é grigio nerastra, si fa sempre più chiara fino ad assumere un colore giallo pallido. Tanto il distillato, che il contenuto della storta, vennero trattati con acqua e sottoposti assieme alla distillazione in corrente di vapore acqueo. Anche in questo caso passano in principio alcune goccie di *triclorotoluene*, poi distilla una materia bianca e cristallina, che é peró molto più volatile di quella ottenuta dall' idrocotoina, tanto che la distillazione si compie entro una giornata. Il prodotto più importante, ottenuto per filtrazione dei distillati e cristallizzato alcune volte dall'alcool, forma finissimi aghi bianchi, che, molto spesso, nel separarsi pel raffreddamento dalla soluzione alcoolica, la fanno quasi rapprendere in una massa semisolida. Fonde a 130-131°.

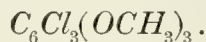
Le analisi conducono alla formola:

$$C_9H_9Cl_3O_3.$$

1. — 0,2010 gr. di materia dettero 0,2964 gr. di CO_2 e 0,0658 gr. di H_2O.
2. — 0,1890 gr. di sostanza dettero 0,2993 gr. di $AgCl$.

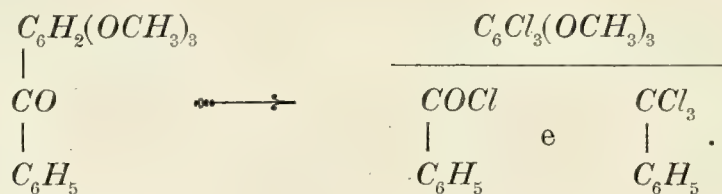
In 100 parti:

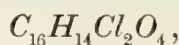
	trovato		calcolato per la formola $C_9H_9Cl_3O_3$
	1.	2.	
C	40,22	— —	39,77
H	3,63	— —	3,31
Cl	— —	39,18	39,22.

Il nuovo composto é insolubile negli alcali caustici e nell' acqua, si scioglie negli altri solventi ordinari. Anche in questo caso crediamo si tratti d' un etere fenico clorurato, che potrebbe avere la seguente costituzione:

$$C_6Cl_3(OCH_3)_3.$$

Nei distillati si trovano del pari notevoli quantitá d' *acido benzoico*.

Accettando la formola dell' idrocotoina suesposta, la scissione della metilidrocotoina col pentacloruro di fosforo potrebbe venire rappresentata nel seguente modo:

$$\begin{array}{c} C_6H_2(OCH_3)_3 \\ | \\ CO \\ | \\ C_6H_5 \end{array} \longrightarrow \frac{C_6Cl_3(OCH_3)_3}{\begin{array}{c} COCl \\ | \\ C_6H_5 \end{array} \text{ e } \begin{array}{c} CCl_3 \\ | \\ C_6H_5 \end{array}}.$$

I prodotti ora indicati non sono peró i soli, che si formino per azione del cloruro fosforico sulla metilidrocotoina. Nel pallone di distillazione rimane indietro, anche in questo caso, una materia bruna resinosa, che separata dal liquido acido, in cui si trova sospesa, e sciolta nell' acido acetico, dá un composto cristallino. Lasciando per alcuni giorni a se stessa, esposta all' evaporazione, la soluzione acetica della resina, si vanno formando dei cristalli, che filtrati e lavati con poco acido acetico alla pompa, possono essere poi facilmente purificati del tutto, mediante alcune cristallizzazioni dall' alcool. Il nuovo composto forma prismi senza colore, che fondono a 81-82°.

La sua composizione corrisponde alla formola:

$$C_{16}H_{14}Cl_2O_4,$$

1. — 0,2246 gr. di materia dettero 0,4642 gr. di CO_2 e 0,0854 gr. di H_2O.
2. — 0,2510 gr. di materia dettero 0,2117 gr. di $AgCl$.

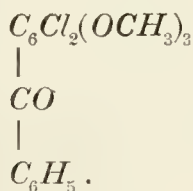
In 100 parti:

	trovato		calcolato per la formola $C_8H_7ClO_2$
	1.	2.	
C	56,37	— —	56,31
H	4,22	— —	4,11
Cl	— —	20,87	20,82 .

che venne confermata anche dalla seguente determinazione del peso molecolare, eseguita in soluzione acetica coll' apparecchio di Beckmann.

Concentrazione	Abbassamento osservato	Peso molecolare trovato	Peso molecolare calcolato per la formola $C_{16}H_{14}Cl_2O_4$
1,9284 p. cto.	0°,220	342	341 .

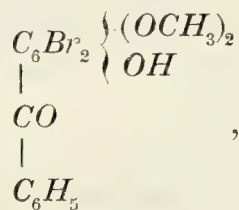
Questo composto non si scioglie nell'acqua e negli alcali, non é volatile, è solubile nei solventi comuni. La sua formola é quella d'una *biclorometilidrocotoina* ed é possibile che la sua costituzione sia da esprimersi nel seguente modo:

$$\begin{array}{l} C_6Cl_2(OCH_3)_3 \\ | \\ CO \\ | \\ C_6H_5 . \end{array}$$

Il pentacloruro di fosforo agisce come clorurante prima di compiere la scissione del prodotto.

Merita forse di essere ricordato il fatto, che nella *bibromoidrocotoina* di Iobst e Hesse (*) il bromo non é contenuto nel radicale benzoilico, perché noi abbiamo ottenuto da questa idrocotoina bromurata, per azione del-

(*) L. Annalen 199, pag. 59.

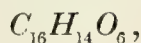
l'acido cloridrico a 120°, cloruro metilico, una materia resinosa ed *acido benzoico*. La formola della bibromoidrocotoina, che fonde a 95°, sarebbe perciò la seguente:

$$\begin{array}{l} C_6Br_2 \left\{ \begin{array}{l} (OCH_3)_2 \\ OH \end{array} \right. \\ \mid \\ CO \\ \mid \\ C_6H_5 \end{array} ,$$

accettando questo modo d' interpretare la costituzione dei corpi in parola.

Sulla natura del fenolo, che sembra essere contenuto nell' idrocotoina, non si possono fare per ora neppure delle supposizioni.

II. **Sulla protocotoina.**

Il composto che noi chiamiamo protocotoina accompagna l' idrocotoina del commercio, da cui è difficile estrarla allo stato di perfetta purezza. Senza l' aiuto della casa E. Merck non ci sarebbe stato perciò possibile compiere in breve tempo la presente ricerca. Per preparare la protocotoina pura siamo partiti da un prodotto greggio, proveniente dalla suddetta casa, che ne conteneva circa il 50 p. cto.. Il prodotto greggio fondeva fra 90° e 120° all' incirca e dopo 15 cristallizzazioni frazionate, dall' alcool, abbiamo ottenuto un composto, che manteneva costante il suo punto di fusione a 141-142°. La protocotoina è meno solubile nell' alcool dell' idrocotoina, la quale rimane nei liquidi alcoolici. Per assicurarci della purezza del nostro prodotto, l' abbiamo trasformato nel composto acetilico, di cui daremo più avanti la descrizione, ed abbiamo trovato che la sostanza riottenuta dal-l'acetato purissimo, corrispondeva esattamente, per proprietà e composizione, a quella primitiva. Delle due seguenti analisi, che conducono alla formola:

$$C_{16}H_{14}O_6,$$

la prima è stata fatta col prodotto purificato per ripetute cristallizzazioni dall' alcool e la seconda con la sostanza riottenuta dall' acetato.

1. — 0,3224 gr. di materia dettero 0,7520 gr. di CO_2 e 0,1368 gr. di H_2O.
2. — 0,3142 gr. di materia dettero 0,7326 gr. di CO_2 e 0,1322 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato 1.	trovato 2.	calcolato per la formola $C_{16}H_{14}O_6$
C	63,61	63,59	63,57
H	4,74	4,67	4,63.

Per conoscere con certezza la grandezza della molecola abbiamo determinato il peso molecolare in soluzione acetica coll'apparecchio di Beckmann. La protocotoina è poco solubile nell'acido acetico glaciale, perciò abbiamo dovuto limitarci a cercare il punto di congelamento di soluzioni acetiche diluite.

I resultati furono i seguenti, che concordano col peso molecolare richiesto dalla formola sopraindicata.

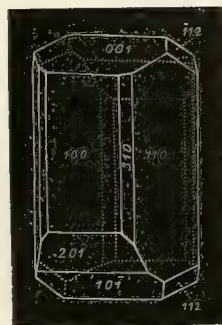
Concentrazione	Abbassamento osservato	Peso molecolare trovato	Peso molecolare calcolato per la formola $C_{16}H_{14}O_6$
1,005 p. cto.	0°,130	301	298
1,1736 »	0°,152	300,9	

La protocotoina è solubile nell'alcool, nell'etere, nell'acido acetico glaciale, nel benzolo e cloroformio; nell'acqua è insolubile. Dalla soluzione alcoolica calda si depone per raffreddamento in prismi d'un colore giallo pallido. Alcuni cristallini, molto minuti, ma discretamente sviluppati furono misurati dal dott. Giovanni B. Negri, che con la consueta abilità ne ha fatto uno studio assai accurato; per la sua squisita gentilezza siamo in grado di riportare qui integralmente i resultati delle sue osservazioni.

Sistema cristallino: monoclino.
Costanti più probabili: (*)

$$a : b : c = 2,9303 : 1 : 2,0558$$
$$\beta = 79°,06'.$$

Forme osservate: (100), (110), (310), (001), ($\bar{1}01$), ($\bar{2}01$), ($\bar{1}12$) Fig. 1.

Figura 1.

(*) Calcolate col metodo dei minimi quadrati, partendo da tutti gli angoli osservati.

I risultati delle misure e del calcolo sono i seguenti:

ANGOLI	MISURATI		CALCOLATI	n
	LIMITI	MEDIE		
$100 : 110$	$70°.16' — 71°.37'$	$70°.56'$	$70°.50'$	14
$\bar{1}00 : \bar{1}01$	$62°.24' — 63°.04'$	$62°.40'$	$62°.26'$	9
$\bar{1}01 : 001$	$38°.00' — 38°.09'$	$38°.05'$	$38°.28'$	5
$100 : 001$	$78°.40' — 79°.05'$	$78°.56'$	$79°.06'$	5
$110 : \bar{1}10$	$38°.01' — 38°.22'$	$38°.10'$	$38°.20'$	5
$110 : 001$	$85°.58' — 86°.15'$	$86°.07'$	$86°.26'$	3
$001 : \bar{1}12$	$48°.42' — 48°.45'$	$48°.43' \frac{1}{2}$	$48°.48'$	2
$\bar{1}10 : \bar{1}12$	$44°.13' — 44°.22'$	$44°.17' \frac{1}{2}$	$44°.46'$	2
$\bar{1}00 : \bar{2}01$	$38°.35' — 39°.19'$	$39°.02'$	$38°.58'$	6
$\bar{1}10 : \bar{1}01$	$80°.38' — 81°.10'$	$80°.56'$	$81°.16'$	5
$\bar{1}01 : \bar{1}12$	$48°.06' — 48°.11'$	$48°.08'$	$48°.10'$	5
$110 : \bar{1}12$	$50°.21' — 50°.56'$	$50°.35'$	$50°.34'$	4
$\bar{1}12 : \bar{2}01$	$58°.33' — 58°.39'$	$58°.37'$	$58°.22'$	2
$\bar{1}10 : \bar{2}01$	$74°.29' — 75°.23'$	$74°.53'$	$75°.13'$	4

L' errore medio fra osservazione e calcolo è:

$$\mu = 13'.43'' .$$

mentre per gli altri quattro calcoli si ebbe rispettivamente:

$$\mu_{I} = 15'.02''$$
$$\mu_{II} = 14'.53''$$
$$\mu_{III} = 15'.32''$$
$$\mu_{IV} = 16'.00'' .$$

Cristalli esili, con facce poco perfette, specialmente quelle della zona

verticale, allungati secondo [001], prismatici. Le facce della zona [010] sono le più perfette e sovente riflettono immagini semplici e nette. La ($\bar{2}01$) in alcuni cristalli predomina sulla ($\bar{1}01$), in altri quest' ultima forma predomina su la prima. La (001) ha facce di solito strette; il prisma (310) ha facce strettissime lineari ed il suo simbolo fu determinato dalle zone [100 : 110] e [$\bar{1}12$: $20\bar{1}$].

Sulla faccia (100) notasi costantemente estinzione parallela a [001]; attraverso alla 100 esce un' asse ottico. Sopra la faccia 110 un piano di massima estinzione forma a luce bianca con *c* verso — *a* un angolo di 30°.16′.

La estrema piccolezza dei cristalli non permise altre osservazioni ottiche.

La protocotoina dà in soluzione acquoso-alcoolica col cloruro ferrico una colorazione rosso-bruna, simile assai a quella che si ottiene coll' idrocotoina. — Coll' acido nitrico ($d = 1,4$) dà, a freddo, una colorazione azzurro-verdastra, che per lieve riscaldamento diviene rosso-brunastra. Si scioglie negli alcali con colorazione gialla e precipita nuovamente saturando il liquido con acido carbonico. Si comporta perciò in modo simile ai fenoli. Riducendo la soluzione alcalina con amalgama di sodio, il liquido perde il suo colore giallo; saturando con acido solforico ed estraendo con etere si ottiene un residuo gommoso, brunastro, facilmente solubile nell' acido acetico. Per aggiunta d' acqua alla soluzione acetica, si forma un precipitato bianco, amorfo, che disciolto nell' alcool, si separa da questo in forma fioccosa. Fonde verso i 205-220°. Non è stato ulteriormente studiato.

Prima di procedere oltre nella ricerca della costituzione della protocotoina, abbiamo determinato il numero degli ossimetili in essa contenuti. Come nell' idrocotoina vi si riscontrano, col metodo di Zeisel *due gruppi ossimetilici*.

0,2262 gr. di sostanza dettero 0,3473 gr. di AgI.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{14}H_8O_4(OCH_3)_2$
OCH_3	20,26	20,53.

La protocotoina contiene un ossidrile fenico, come già l' accenna la sua solubilità negli alcali caustici. Essa si combina coll' anidride acetica formando la

Monoacetilprotocotoina $C_{14}H_7O_3(OCH_3)_2(O \cdot C_2H_3O)$, che si prepara bollendo a ricadere per circa 6 ore, un miscuglio di 5 gr. di sostanza con

5 gr. d' acetato sodico anidro e 20 gr. d' anidride acetica. Eliminando, per distillazione a pressione ridotta, l' eccesso d' anidride acetica, rimane un residuo, che dopo essere stato esaurito con acqua, venne fatto cristallizzare dall' alcool. S' ottennero cristallini senza colore (4,5 gr. da 5 gr. di protocotoina), che fondono a 103°. Questo acetato venne purificato con gran cura, perchè, come abbiamo accennato più sopra, di esso ci siamo serviti per determinare con certezza la composizione della sostanza primitiva. Ne abbiamo fatto parecchie analisi, naturalmente su campioni diversi. I risultati concordano con la formola suindicata.

1. — 0,2986 gr. di sostanza dettero 0,6892 gr. di CO_2 e 0,1268 gr. di H_2O.
2. — 0,2434 gr. di sostanza dettero 0,5600 gr. di CO_2 e 0,1030 gr. di H_2O.
3. — 0,1924 gr. di sostanza dettero 0,4433 gr. di CO_2 e 0,0820 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato			calcolato per la formola $C_{18}H_{16}O_7$
	1.	2.	3.	
C	62,95	62,75	62,83	62,79
H	4,72	4,70	4,73	4,65 .

La seguente determinazione degli ossimetili, prova che l' acetato in parola contiene un solo gruppo acetilico.

0,3058 gr. di sostanza dettero 0,4125 gr. di AgI.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{14}H_7O_3(OCH_3)_2(C_2H_3O_2)$
OCH_3	17,79	18,03 .

L' acetilprotocotoina è insolubile nell' acqua e negli alcali, si scioglie facilmente nell' etere e nell' alcool bollente, nel cloroformio e nell' acido acetico. Coll' acido nitrico dà a freddo una soluzione gialla, che riscaldando diviene azzurro-verdastra e col prolungato riscaldamento rossa. L' acido solforico la scioglie con colorazione gialla. In soluzione acquoso-alcoolica non dà col cloruro ferrico alcuna colorazione.

Bollendo l' acetilprotocotoina con liscivia di potassa, la sostanza, che è bianca, va sciogliendosi a poco a poco tingendo il liquido in giallo intenso. Acidificando con acido solforico si riottiene la protocotoina primitiva. Dal-

l' acetato purissimo, fondente a 103°, abbiamo ottenuto un campione di protocotoina, che fondeva sempre a 141-142°, del quale più sopra abbiamo indicato la composizione.

L' ossidrile fenico contenuto nella protocotoina s' eterifica facilmente con radicali alcoolici. Noi abbiamo preparato la

Metilprotocotoina $C_{14}H_7O_3(OCH_3)_3$ scaldando per tre ore a b. m. in un tubo chiuso 15 gr. di materia con 3 gr. di potassa, 10 gr. di joduro metilico e 20 c. c. d' alcool metilico. Svaporando, a reazione compiuta, l' alcool metilico, rimane un residuo resinoso, che venne esaurito con acqua e con potassa diluita, con quest' ultima per eliminare la protocotoina inalterata, ed indi fatto cristallizzare dall'alcool. Si ottengono prismi senza colore, che fondono a 134-135°.

L' analisi dette i seguenti risultati:

0,1973 gr. di materia diedero 0,4671 gr. di CO_2 e 0,0943 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{17}H_{16}O_6$
C	64,57	64,56
H	5,31	5,06.

La metilprotocotoina è insolubile nell'acqua e negli alcali e non viene attaccata da questi ultimi neppure a caldo.

Nella protocotoina, come nell' idrocotoina, è necessario ammettere la presenza d' un gruppo chetonico. In questo caso però ci è stato possibile provare direttamente l' esistenza d' un tale gruppo nella molecola del composto primitivo. La protocotoina pare non sia in grado di combinarsi coll' idrossilammina ed in ogni modo l' azione di questo reattivo ne è assai lenta ed incerta; con la fenilidrazina si ottiene invece facilmente un'idrazone, purchè si operi senza impiegare un solvente. Bollendo la protocotoina con fenilidrazina in soluzione acetica, la formazione del composto idrazonico avviene stentatamente;

l' idrazone, $C_{14}H_7O_2 \cdot (N_2HC_6H_5) \cdot (OCH_3)_2 \cdot OH$, si ottiene invece in modo assai soddisfacente scaldando direttamente la sostanza con un eccesso di fenilidrazina in un bagno di lega da saldare. La massa fusa, che da principio è colorata in giallo, emette distintamente vapore acqueo, entra in ebollizione e diviene in ultimo quasi priva di colore. Per estrarre il composto che s' è formato, si scioglie tutto nell' acido acetico e si versa la soluzione nell' acqua. L' idrazone si separa in forma di precipitato fiocoso,

che dopo qualche tempo diviene più consistente. Lo si purifica, facendolo cristallizzare ripetutamente dall' alcool. — Forma prismetti privi di colore, alterabilissimi, che all' aria ed alla luce si colorano in rossastro con la massima facilità. L' idrazone puro fonde a 211° ed è poco solubile nell' alcool e nell' acido acetico glaciale. La sua composizione corrisponde alla forma suindicata..

1. — 0,1720 gr. di materia dettero 0,4250 gr. di CO_2 e 0,0830 gr. di H_2O.
2. — 0,2102 gr. di sostanza svolsero 13,4 c. c. d' azoto, misurati a 18°,5 ed a 756 mm.

In 100 parti:

	trovato		calcolato per la formola $C_{22}H_{20}N_2O_5$
	1.	2.	
C	67,39	— —	67,35
H	5,36	— —	5,10
N	— —	7,44	7,14 .

Composti bromurati.

Tanto la protocotoina, che il suo derivato acetilico danno facilmente col bromo prodotti di sostituzione. Trattando la soluzione cloroformica di questi composti con un eccesso di bromo, si nota svolgimento d' acido bromidrico ed abbandonando il liquido all' evaporazione spontanea si ottiene un residuo cristallino, che in entrambi i casi venne lavato con acqua ed indi fatto cristallizzare dall' alcool.

La bibromoprotocotoina $C_{16}H_{12}Br_2O_6$, ottenuta dalla protocotoina, forma squamette senza colore di splendore serico, che fondono a 170°.

L' analisi dette il seguente risultato:

0,3542 gr. di materia diedero 0,2879 gr. di $AgBr$.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{16}H_{12}Br_2O_6$
Br	34,59	34,79 .

Il composto è solubile nell' etere, alcool e nell' acido acetico glaciale; insolubile nell' acqua. Negli alcali caustici si scioglie, come la materia pri-

mitiva, con colorazione gialla; la soluzione perde il suo colore per riduzione con amalgama di sodio, ma il prodotto, che così si forma, non ha proprietà migliori di quello ottenuto direttamente dalla protocotoina. Coll' acido solforico dà una soluzione intensamente gialla; coll' acido nitrico ($d = 1,41$) rimane a freddo inalterato, a caldo dà una soluzione parimenti gialla.

L' acetilbromoprotocotoina $C_{16}H_{12}BrO_5(C_2H_3O_2)$, che si ottiene nel modo indicato dall' acetilprotocotoina, forma aghetti bianchi e sottili, che fondono a 175°.

L' analisi dimostró che in questo caso il prodotto contiene un solo atomo di bromo.

0,2084 gr. di materia dettero 0,0917 gr. di $AgBr$.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{18}H_{15}BrO_7$
Br	18,72	18,91.

L' acetilbromoprotocotoina è insolubile nell' acqua e negli alcali caustici a freddo; bollendo, il liquido alcalino si tinge in giallo.

Prodotti di scissione della protocotoina.

Le ricerche esposte fin qui dimostrano che la protocotoina è del pari un composto di natura chetonica, molto simile all' idrocotoina e difatti queste due sostanze palesano, nel loro comportamento chimico, una notevole analogia. Quasi tutti i reattivi, che scindono l' idrocotoina con formazione d' acido benzoico, agiscono anche sulla protocotoina formando *acido protocatecico*. Il nome da noi proposto per la nuova sostanza, rinvenuta nelle cortecce di Coto, deve la sua origine appunto a questo fatto. Noi crediamo che in seguito converrà forse chiamare benzocotoina, la materia che Iobst e Hesse dissero impropriamente idrocotoina.

Gli alcali non alterano facilmente la protocotoina. Le liscivie di potassa e di soda formano soltanto i corrispondenti fenati ed anche la potassa alcoolica a b. m. non vi esercita un' azione più profonda. Scaldando in tubo chiuso a temperatura più elevata ha luogo una metamorfosi, su cui ci riserbiamo ritornare a suo tempo. In questo punto tratteremo invece *dell' azione della potassa fondente.* — Riscaldando 2 p. di protocotoina con 12 p. di potassa solida ed un po' d' acqua in un crogiuolo d' argento, si osserva che in principio il composto potassico della sostanza organica,

colorato in giallo, forma uno strato distinto sulla potassa in fusione. Più tardi la massa si fa omogenea, acquista un colore rossastro ed entra in effervescenza, svolgendo idrogeno. Si interrompe l'operazione quando il prodotto è ridivenuto giallo pallido, restando sempre omogeneo. La massa sciolta nell'acqua ed acidificata con acido solforico, cede all'etere un composto cristallino, che si purifica facilmente facendolo cristallizzare dall'acqua con aggiunta di nero animale. Si ottengono in questo modo aghi senza colore, che fondono a 197-198°. La materia ha reazione acida e possiede tutte le proprietà dell'*acido protocatecico*. La sua soluzione acquosa dà la caratteristica reazione col cloruro ferrico, riduce la soluzione ammoniacale di nitrato argentico e dà con acetato di piombo basico un precipitato solubile nell'acido acetico. Per togliere ogni dubbio sulla identità del composto ottenuto coll'acido protocatecico ne abbiamo fatto anche l'analisi, che ha dato il seguente resultato.

0,1866 gr. di materia dettero 0,3730 gr. di CO_2 e 0,0676 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_7H_6O_4$
C	54,52	54,54
H	4,02	3,90 .

Anche gli acidi minerali reagendo sulla protocotoina danno luogo alla formazione d'acido protocatecico. Scaldandola con acido cloridrico concentrato, in tubo chiuso, a 130° si ottiene, oltre a questo acido, una materia colorante gialla ed a circa lo stesso risultato conduce l'azione dell'acido solforico diluito (1 a 6) a 160°. — Scaldando invece la protocotoina con acido solforico concentrato, a b. m., si forma un liquido intensamente rosso, che dà per diluizione con acqua una materia fioccosa brunastra; nel liquido acquoso non è però contenuta nessuna sostanza, che possa estrarsi con etere.

Resultati migliori si ebbero studiando

l'azione del pentacloruro di fosforo sulla protocotoina e sulla metilprotocotoina, perchè in questo modo si ottennero in parte gli stessi composti, che risultarono dall'azione di questo reattivo sull'idrocotoina e sulla metilidrocotoina.

Mescolando *la protocotoina* (6 p.) con pentacloruro di fosforo (40 p.) in un mortajo, si ottiene una massa azzurra con riflessi metallici, che venne posta in una storta e riscaldata a lieve calore. Anche in questo caso distilla abbondantemente un miscuglio di tricloruro ed ossicloruro di fosforo,

mentre la massa fusa perde il suo colore azzurro e ne acquista uno rosso bruno. Tanto il distillato che il residuo vennero trattati con acqua, indi riuniti ed il tutto distillato in corrente di vapore acqueo. Assieme a quest' ultimo passa stentatamente una materia solida e bianca, che venne purificata nel modo giá indicato più sopra. Il suo punto di fusione é a 174°. Come lo prova anche la seguente determinazione di cloro, essa é in tutto identica alla sostanza clorurata ottenuta dalla idrocotoina.

0,3792 gr. di materia dettero 0,6735 gr. di *AgCl*.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_8H_7Cl_3O_2$
Cl	43,93	44,09 .

Nel pallone di distillazione rimane indietro una resina nera fragile, da cui non si é potuto estrarre materie cristalline; oltre a questa resina si notó che il liquido giallo bruno conteneva in sospensione dei mammelloncini biancastri, solubili nell' etere. Il liquido venne perció tosto esaurito con questo solvente e la materia cosi ottenuta purificata in vari modi. Il prodotto, che dá in soluzione acquosa col cloruro ferrico una colorazione verde intensa, la quale volge al rosso vinoso per trattamento con carbonato sodico, non ha peró un punto di fusione netto, si liquefá fra 198° e 208° e contiene certo delle sostanze clorurate. Si tratta evidentemente d' un miscuglio, che richiederebbe, per essere ulteriormente studiato, l' impiego d' una quantitá troppo rilevante di materia prima.

La metilprotocotoina ha un comportamento analogo. Trattata con 5 parti di pentacloruro di fosforo forma una massa azzurra, che si comporta col riscaldamento nel modo più volte indicato. Il residuo della distillazione é una massa poco colorata. Distillando tutto il prodotto con vapore acqueo si ottiene un corpo molto volatile, che fonde a 131°, identico a quello proveniente dalla metilidrocotoina. L' analisi né confermó l' identitá.

0,3190 gr. di materia dettero 0,5035 gr. di *AgCl*.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_9H_9Cl_3O_3$
Cl	39,03	39,22 .

Da 10 gr. di metilprotocotoina si ottennero 2,5 gr. di questa interessante sostanza.

Il residuo della distillazione con vapore acqueo é formato, anche in questo caso, da una resina e da un liquido giallo, che contiene in soluzione

materie cristalline. Non ci è stato però possibile per difetto di materiale, estrarre da questi prodotti sostanze pure.

Come si vede anche lo studio dell' azione del pentacloruro di fosforo sulle due materie estratte dalle cortecce di Coto, porta alla conclusione che la cosidetta idrocotoina e la protocotoina sono sostanze molto simili. Se si tiene conto di tutti i fatti esposti in questa Memoria, si può supporre, comparando le formole empiriche delle due sostanze:

$C_{15}H_{14}O_4$ idrocotoina (benzocotoina) $\quad$ $C_{16}H_{14}O_6$ protocotoina ,

che la differenza fra l' idrocotoina e la protocotoina sia determinata dalla presenza d' un *gruppo biossimetilenico* nella seconda. Accettando per l' idrocotoina la formola suesposta, si potrebbe attribuire alla protocotoina la seguente costituzione:

$$\underbrace{\begin{array}{l} C_6H_2 \left\{ \begin{array}{l} (OCH_3)_2 \\ OH \end{array} \right. \\ | \\ CO \\ | \\ C_6H_5 \end{array}}_{\text{idrocotoina (benzocotoina)}} \qquad \underbrace{\begin{array}{l} C_6H_2 \left\{ \begin{array}{l} (OCH_3)_2 \\ OH \end{array} \right. \\ | \\ CO \qquad\qquad\qquad (1) \\ | \\ C_6H_3 \left\{ \begin{array}{l} O \\ O \end{array} \right. > CH_2 \quad \begin{array}{l} (3) \\ (4) \end{array} \end{array}}_{\text{protocotoina}} .$$

Noi esponiamo queste considerazioni con la massima riserva, anche perchè non ci è stato possibile fin' ora di provare la presenza del gruppo metilenico nella protocotoina. Merita qui forse menzione il fatto, che Iobst e Hesse hanno riscontrato fra i prodotti contenuti nelle corteccie di Coto anche l' *acido piperonilico* (*).

Le due formole vanno ancora sottoposte ad un severo esame, perchè, sebbene diano una abbastanza soddisfacente spiegazione del comportamento chimico delle sostanze da noi studiate, contengono ancora molta parte non confortata dai fatti. È necessario prima di tutto determinare la natura e la struttura dei prodotti clorurati, che si formano per azione del pentacloruro di fosforo, e di studiare poi comparativamente il comportamento degli ossibenzofenoni conosciuti, nelle reazioni che abbiamo descritto.

(*) L. Annalen 199, pag. 63.

Per ultimo esporremo brevemente le esperienze riguardo ai *prodotti di ossidazione della protocotoina,* che veramente non hanno fornito finora nessun fatto che valga a confermare la formola sopraindicata.

Ossidando con bicromato potassico ed acido solforico non si ottiene che una piccola quantità d'una materia amorfa brunastra.

L'ossidazione con permanganato potassico in soluzione alcalina venne eseguita in diverse condizioni, impiegando differenti quantità di camaleonte. I liquidi alcalini, filtrati degli ossidi manganici, contengono una materia acida, che non abbiamo studiato ancora in modo definitivo, ed una sostanza neutra, un po' volatile, che può essere estratta con etere dalla soluzione alcalina. Questo composto, che si forma in piccola quantità, probabilmente come prodotto secondario della reazione, è identico con la cosidetta *paracumaridrina*, che Iobst e Hesse ottennero bollendo la *Paracotoina* con potassa. Le proprietà della sostanza, che ha un odore marcato di cumarina, corrispondono alla descrizione che ne danno i due citati autori (*), soltanto il punto di fusione è un po' più elevato. Iobst e Hesse trovarono 82-83° ed in alcuni casi 85°. Il nostro prodotto, cristallizzato alcune volte dall'acqua, fondeva a 87-88°.

L'analisi dette numeri corrispondenti a quelli trovati da Iobst e Hesse ed a quelli richiesti dalla formola:

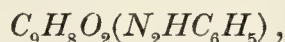
$$C_9H_8O_3.$$

0,1372 gr. di materia dettero 0,3306 gr. CO_2 e 0,0618 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato			calcolato per la formola $C_9H_8O_3$
	Iobst e Hesse		Ciamician e Silber	
C	65,81	66,01	65,72	65,87
H	5,01	5,16	5,00	4,87.

Questa interessante sostanza potrebbe essere un chetone o un'aldeide; con la fenilidrazina dà un' *idrazone:*

$$C_9H_8O_2(N_2HC_6H_5),$$

che cristallizza dall'alcool in squamette e fonde a 114°.

(*) L. Annalen 199, pag. 36.

La seguente determinazione d' azoto ne conferma la composizione.

0,1572 gr. di sostanza svolsero 15,5 c. c. d'azoto, misurato a 22° ed a 758 mm. .

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{15}H_{14}N_2O_2$
N	11,43	11,02 .

Essa non riduce la soluzione ammoniacale di nitrato argentico e non colora la soluzione di fucsina scolorata coll' acido solforoso.

Bologna. Laboratorio di chimica generale dell' Università. Luglio 1891.

SULLA PARTE DOVUTA AL MALPIGHI

NELLO SCOPRIMENTO DELLA STRUTTURA DELLE GLANDOLE LINFATICHE

SU L' INVILUPPO VENOSO E LA RETE VENOSA

COLLEGANTE DI ESSE

MEMORIA (*)

DEL PROF. LUIGI CALORI

CON TAVOLA

Svolgendo alcuni classici trattati moderni di Anatomia dove alla fine dei libri o dei capitoli sono riportate le relative bibliografie, sonmi meravigliato com' esse siano non di rado imperfette ed ingiuste per dimenticanze imperdonabili, che noti tuttavia nel testo, e naturalmente non altro che in questo, quelle mancando; e restringendo il discorso alla struttura delle glandole o gangli linfatici non registrano, o non citano la celebre Epistola del Malpighi: *De glandularum conglobatarum structura. Die... Junii 1688 dicata Regiae Societati Londini* ecc. (1). E si che Egli fu il primo a penetrare entro la loro intricata struttura, e farne conoscere i punti principali.

(*) Letta nella Sessione del 15 Novembre 1891.

(1) Gli Autori che nelle loro Opere di Anatomia, non hanno tenuto conto, o non hanno voluto citare questa Epistola trattando della struttura delle glandole linfatiche o conglobate, sono cogniti a tutti, e quelle loro opere corrono per le mani della gioventù studiosa, la quale è solita a credere essere oggi nata la scienza, e nata adulta, come Pallade dal cervello di Giove. Essi sono Beaunis e Bouchard. Nuovi Elementi di Anat. des. e di Embriologia. Traduzione italiana. Milano 1884, pag 551-52, i quali troppo ligi al Kölliker non dubitano di asserire essere la struttura delle glandole linfatiche solo conosciuta dal 1850 in quà! — Sappey. Traité d'Anat. des., Tom. deuxiéme. Paris 1876, pag. 824 e seg. — Henle. Handbuch der syst. anat. der menschen. Braunschweig 1876. Handbuch der Gefässlehre ecc. drei Banden, pag. 448 e seg. — W. Krause. Handbuch der menshlichen Anat., T. I. Hannover 1876, p. 350 e seg. — J. Hyrtl. Lerbuch der Anat. des menschen. Wien 1881, pag. 167 e seg., e tràduzione italiana del Prof. Antonelli. Napoli, 4ª edizione, pag. 130. — C. Gegenbaur. Traité d' Anat. hum., trad. en français. Paris 1889, pag. 888 e seg. — G. Henle. Anat. gener., trad. in italiano dal Dott. Levi. Tomo secondo. Venezia 1845, pag. 78. — H. Frey. Traité d' Hist. etc. Paris 1871, pag. 490 e seg. — Ranvier. Traité tech. d' Hist. Paris 1875, pag. 669 e seg. — Potrebbero citarsi anche come Opere di uso comune: Pathologie cellulaire di Virchow. Paris 1861, pag. 143 e seg. — Trattato di Fisiologia dell' uomo del Dott. L. Landois, trad. ital. I. Parte seconda, pag. 301 e seg.

Innanzi a Lui credevano gli anatomici *glandulas conglobatas non aliud esse quam vasorum implicatum nexum.* Ma i suoi lunghi e pazientt studi lo condussero a vedervi benaltro di più, avvisando un tessuto proprio che costituisce veramente la glandula, e che è come dire la glandula stessa. Ed innanzi tratto diede alle glandole conglobate una membrana avvolgente, o cassula, ch' Ei disse esternamente di un denso tessuto, sotto cui aveano fibre carnee o muscolari, com' è veramente nelle glandole di varie regioni del corpo del bue, nelle quali descrissela, ma che nell' uomo non sembra essere che di tessuto connettivo con fibre elastiche frammistevi (1). Dalla faccia interna della detta membrana avvolgente fa partire il Malpighi delle fibre o fascetti avuti pur da Lui per carnei, ma che nell' uomo sono più di tessuto connettivo che carnei (2); i quali fascetti unisconsi a rete discendendo per entro la glandola, ov' Egli descrive e stabilisce una struttura reticolata *(reticularis textura).* Di che a suggello fia bene riportare i seguenti trapassi: *Hae igitur glandulae exterius membrana valde densa investiuntur.... Sub hac carneae fibrae locantur quae glandulae corpus penetrant. Hae non perallelae ducuntur, sed obliquatae sibi occurrunt et lacertorum inosculatione, vel saltem implicatione multiplices et pene innumeras retis areas efformant.* His de' nostri dì ha pure trovato nelle glandole linfatiche ascellari, inguinali e mesenteriche del Bue la loro membrana esterna composta di due strati, uno esterno di tessuto connettivo, l' altro interno di fibre muscolari liscie, e così i fascetti da lei provenienti internati nel corpo della glandola, formanti con il loro intreccio e le loro anastomosi la rete, o struttura reticolata discorsa. Descrivendo finalmente le aree della rete notò il Malpighi che esse erano *subrotundae, quandoque angulares et magnitudine impares.* Donde pare ch' Egli distinguesse una rete grossa ed una minuta che in un luogo Ei chiama *reticulum,* al quale certamente allude il *magnitudine impares;* reticolo compreso e sostenuto da quella e con quella continuo.

I moderni dietro Brüche distinguono nelle glandole linfatiche due so-

---

(1) Teischmann vuole che questa membrana talvolta manchi (Das saugadersystem von anatomischen standpunkte. Leipzig 1861, pag. 15); ma io l' ho sempre trovata, tutto che in certi casi sia tanto sottile da far credere che non ci sia, onde che la glandula è sempre limitata da un velo di tessuto connettivo che ne forma la membrana avvolgente.

(2) Queste fibre muscolari liscie sono veramente scarse nell' uomo, e talvolta nulla dimostrabili (Frey). Ma Recklinghausen, il quale attribuisce ad O. Heyfelder la scoperta di queste fibre nelle glandole linfatiche, accerta di averle sempre rinvenute sì nell' uomo come in molti altri mammiferi, ed assai sviluppate nel manzo e nel castrato. (Die lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe etc. Berlin 1862, pag. 88). La loro esistenza ne fa dire col Malpighi esser' elleno date ad agevolare con le loro contrazioni il tragitto intraglandolare della linfa al linfatico efferente. Gonfiandosi poi e sgonfiandosi alternativamente le glandole linfatiche a somiglianza della milza, dette fibre muscolari aiuterebbero questo fenomeno. (Vedi Kölliker. Élem. d' Hist. hum. Paris 1856, pag. 637).

stanze, una esterna corticale, l' altra interna, centrale o midollare (1), e dicono essere nella prima i fascetti fatti in guisa di laminette o setti che la conformano in piccole cavità denominate alveoli, ne' quali sono accolti i follicoli linfatici, che però non interamente riempionli. Il Malpighi non fa questa distinzione, quantunque Egli divisi nelle glandole conglobate una porzione esterna, dove meglio appariscono i follicoli con la loro forma tondeggiante, scrivendo: *Ut autem in singulis glandulis emergant loculi (seu folliculi) exterior glandulae portio lustretur; nam singuli tumores ex turgentibus intus loculis patent, et secta glandula, sub ipsa membrana loculorum ordines areis circumsepti occurrunt.* Ma quella distinzione Ei non fece, non perché la reputasse superflua, come talun potrebbe credere, ma piuttosto, se occorsegli alla mente, trovò inesatta, essendo che Egli ammetteva i follicoli anche internamente, a vero dire, assai modificati in sottili processi. Ma se non toccò di quella distinzione, neppur degli alveoli, dicendo solo che nel mezzo delle aree della rete *locatur loculus seu folliculus glandulosus*, il quale *rotunda vel ovali constat forma,* e non sempre un' area è occupata da uno solo follicolo, chè *interdum gemini, vel tres in eadem area continentur.* E tali follicoli turgidi che siano, traspajono dalla membrana esteriore che leggiermente sollevano, e rendono la superficie della glandola come bitorzolata o tubercolosa. Lo che Ei penelleggia con queste parole: *Membrana haec,* cioè l' esteriore, *quamplurimis frequenter protuberat minimis tuberculis rotundis ex contentis intra glandularum turgentibus corporibus.* E con tale aspetto viene delineata la glandola linfatica da non pochi moderni anatomici. E quanto alla struttura del follicolo, scriv' Egli, che *folliculus membrana candida integratur molli, quae evacuato humore in se ipsam collabitur, et si secetur, concavitas obvia fit, et persimilis est glandulis lienis.* Anche i moderni ammettono una cavità nel follicolo, donde i nomi di vescicola, o di ampolla corticale (His), ma occupata da un fino reticello formato di tessuto connettivo citogeno (Kölliker), o adenoide (His), più molle e come gelatinoso nel centro del follicolo, nelle areole del quale tessuto si annidano i corpuscoli o cellule linfatiche, paragonate alle glandulari, od anche sotto certi rispetti alle glandule unicellulari (2); la quale somiglianza ho voluto riferire per essere dessa conveniente con quella che è stata fatta dei follicoli con gli acini (G. Henle), o lobuli (Sappey) di una glandola conglomerata acinosa o lobulata. I quali corpuscoli o cellule

---

(1) Teischmann (Op. cit. l. c.) ammette delle glandule linfatiche omogenee, ma non dice se formate da cellule semplicemente, chè in tale caso potrebbero dirsi glandule in istato d' indifferenza, ovvero se formate da tessuto connettivo fibroso, che così essendo sarebbero degenerate.

(2) Ranvier. Op. cit. pag. 175.

linfatiche, siccome particelle solide, debbono rendere un po' torbido quell' umore follicolare, poichè il Malpighi lo dice *parum diaphanum*. E per verità il succo che ottiensi per il raschiamento dei follicoli, o più esattamente della glandula, essendo impossibile a sceverarlo, non è certamente diafano, ed esaminato al microscopio mostra quei corpuscoli o cellule, le quali, fresche che siano ed ancor vive, poste in favorevoli condizioni, offrono un vivace movimento ameboide, che non è però in tutte, trovandosene pur molte di immobili. E come il Malpighi veste di una membranella i follicoli, così anche i moderni; e dessa è un velo, o tela tenuissima, resistente, pertugiata, o meglio fessa, costituita dall' espansione de' fili o fascetti della rete pertinenti alle vagine (1) linfatiche follicolari, attaccati a quella tela, e già con quella continui. I follicoli poi non riempiono le aree, essendone situati semplicemente nel mezzo, come fu detto, onde attorno a loro rimane uno spazio reticolato, che corrisponde al seno linfatico perifollicolare, o vagina linfatica follicolare anzidetta. Tale spazio poi contiene linfa, essendo che il Malpighi dice che i follicoli *commercium habent* co' linfatici della glandola sì inferenti come efferenti, fra' quali *communio extat*. Ma questa *vasorum inferentium et efferentium communio* non è, ben è chiaro, continuità; ed i moderni altresì pongono non essere entro le glandole continui i linfatici anzidetti, e di tale discontinuità viene dal Virchow (2) salutato inventore il Kölliker. E non essendo quella *communio* continuità, convien tenere ch' essa debba effettuarsi per un intermedio, il quale per il Malpighi non poteva essere che il sistema delle aree della rete intraglandolare, e precisamente di quelle vagine, la quale comunicando di necessità con quei linfatici doveva contenere linfa. Lo che si accorda con quanto pongono i moderni farsi la circolazione linfatica intraglandolare non per vasi linfatici, ma per un sistema lacunare, spugnoso, o cavernoso che voglia chiamarsi, intermedio a' linfatici inferenti ed efferenti, e con questi e con quelli comunicante. Le quali tutte cose contraddicono affatto l' opinione generalmente abbandonata, che le glandole linfatiche altro non siano che un *vasorum intricatum nexum*, come lo chiama il Malpighi, o vero reti linfatiche mirabili bipolari, o multipolari, negando ad esse glandole il tessuto proprio, e riducendo i follicoli a semplici gomitoli di linfatici: la quale opinione, tutto che abbattuta, tenterebbero però di rilevare e rinnovare le belle iniezioni di Teischmann (3) dimostranti quelle reti.

---

(1) Così chiama Gegenbaur i seni o canali linfatici dei follicoli e loro processi follicolari o cordoni midollari. (Traité d' Anat. hum. Paris 1889, pag. 889). Questo vocabolo dato a significare que' seni o canali, mi è parso molto felice, ed io l' ho adottato.

(2) Op. cit. pag. 143.

(3) Op. cit. pag. 23 alla 25, e Tav. IV-V.

Negare l' esistenza dei follicoli parmi sia un essere troppo preso della opinione che vuole le glandole linfatiche mere reti linfatiche mirabili. Ben è vero che i follicoli, secondo che nota il Malpighi, *non perpetuo facile patent,* poichè *contrectatis glandulis hujusmodi loculi (folliculi) exinaniti contrahuntur et obscurantur.* Ond' egli ne rimase a lungo in dubbio. Ma nelle glandule a vario grado ipertrofiche *Boum et similium effulsit lux,* imperocchè adusato l' occhio a vederli di varia grandezza, li scopriva poi facilmente nelle sane ed anche nelle esaninite od atrofiche, e ció ben sa chi intende allo studio della struttura delle glandole in discorso, verificando cosí il dettato Malpighiano. Ma i fautori dell' opinione contraria si fanno forti: 1° delle iniezioni sopradette del Teischmann, per le quali sarebbe posto esserci delle glandule linfatiche formate da sole reti linfatiche mirabili, nelle maglie delle quali non sarebbono corpuscoli o cellule linfatiche, ma solo entro il canale della rete, dove esse si accumulerebbero verso il linfatico efferente, e di tali sorte glandule troverebbonsi al poplite, al cubito, alla faccia ed alla nuca; 2° allegano in lor favore lo sviluppo delle glandole medesime, il quale, secondo il Brechet, sarebbe da plessi o reti linfatiche (1), ed altresí secondo l' Engel (2). Kölliker (3) e Balfour (4) sembrano convenire in questa opinione, od almeno non la contraddicono. Che una vera glandula linfatica sia formata da sole reti mirabili linfatiche, non mi entra; poiché manca dell' elemento essenziale che la costituisce, e se cosí vuolsi chiamare, la diremo con Gerber glandula linfatica spuria (5). Nè vale la copia de' corpuscoli o cellule linfatiche entro il canale della rete, poiché essendo lenta in essa la circolazione linfatica i corpuscoli o cellule linfatiche hanno agio di moltiplicarsi; lo che avviene in tutte le reti linfatiche, quantunque non habbiano attenenze con glandole linfatiche: senza che hannovi glandule linfatiche dove le reti suddette non sono punto, nè poco dimostrabili. Ció che il Teischmann pure ha veduto. Lo che tutto mi fa manifesto che le reti linfatiche mirabili non sono glandole linfatiche, ma semplicemente reti linfatiche mirabili. Arrogi che con queste reti va di conserva un tessuto connettivo reticolare, che ne é sostegno e le maglie o lacune del quale, già circonvestite da endotelio, sono per cosí dire nidi, anzi officine o centri di formazione o moltiplicazione di corpuscoli o cellule linfatiche, parte delle quali poi sono fisse od immobili, parte mobili, o migranti, uscite o da capillari sanguigni o da capillari linfatici, e rientrabili negli

---

(1) Le systeme lymphatique. Paris 1838, pag. 185.
(2) Kölliker. Embryologie. Paris 1882, pag. 978.
(3) Emb. cit. l. c.
(4) Traité d' embryologie. Tom. sec., Paris 1885, pag. 611.
(5) Vedi G. Henle. Anat. gener. cit., Tom. cit., pag. cit.

uni del pari e negli altri; le quali cellule fisse possono corrispondere a corpuscoli o cellule linfatiche de' follicoli e loro processi, onde quelle lacune sono vagine, o parti contenenti. La formazione poi e lo sviluppo delle glandole linfatiche è da cellule linfoidi o linfatiche nel seno di un tessuto connettivo reticolare che n' è fondamento, le quali per scissione moltiplicandosi raccolgonsi in uno o più acervi che possono per la loro piccolezza non essere visibili che al microscopio; ma non tutte quelle cellule così si adunano; chè ne rimangono altresì di sciolte negli interstizi o lacune connettivali donde traggono i linfatici. Non ho d' uopo dire che quegli acervi altro non sono che i follicoli, uno solo dei quali (follicolo solitario) costituisce un inizio o rudimento di glandola, e più acervi (follicoli agminati) una glandola o estesa in superficie o conglobata, e gli interstizi o lacune connettivali i seni o vagine linfatiche già discorse. L' anatomia comparata viene in appoggio dell' esposta maniera di formazione e di sviluppo; poichè, a cagion d' esempio, nei pesci, dove mancano le glandole linfatiche, trovansi presso qualche linfatico, e certe arterie delle cellule linfatiche più o meno numerose che tengon luogo di glandole, e del pari in certe sierose, poni nel peritoneo, che formano veri follicoli ecc. Ond' è manifesto non poter essere le glandole linfatiche semplici reti linfatiche, le quali reti pure non volendo disconoscere non sarebbero nello interno della glandola altro che i seni o vagine linfatiche dei follicoli e loro processi formanti una rete, con l' aggiunta però di essi follicoli e processi costituenti veramente la glandola; con che si verrebbero a conciliare le due opinioni: dalla quale conciliazione pare, da quanto ho potuto intendere, non sia alieno il Donders (1).

Se la descrizione Malpighiana che ho fin qui riferita, concernente la struttura delle glandole linfatiche, continuo confrontata con quanto pongono i moderni, è piena d' importantissime scoperte che stabiliscono la vera natura di esse glandole, lascia tuttavia certe cose, state poi aggiunte specialmente de' nostri dì, le quali la rendono più intera e perfetta. Son' elleno la continuità de' follicoli più grossi della porzione esterna o sostanza corticale della glandola coi meno grossi, o gracili della porzione interna o centrale, o vero midollare conformati a cilindri detti cordoni midollari o follicolari, veri processi di quelli, ond' io ho preferito chiamarli piuttosto processi follicolari o midollari, siccome propagini de' follicoli corticali, aventine esse la medesima struttura, i medesimi nessi con le pareti dei seni o vagine loro linfatiche contrasegnate con l' epiteto di midollari: la rete che questi processi o cordoni midollari o follicolari formano anastomizzandosi fra loro, contenuta nelle aree della rete glandolare, le

(1) Physiologie des menschen. Auft. 2, Bd. 1, pag. 329.

quali non ne sono però riempiute, come i follicoli corticali rispetto agli alveoli: il tessuto connettivo citogeno o adenoide formante la trama o lo stroma dei follicoli e loro processi follicolari o midollari: i corpuscoli o cellule linfatiche imprigionate nelle maglie del reticolo di quella trama o stroma follicolare: la continuità di questo reticolo con il connettivo del velo o tela avvolgente dei follicoli, e con quello delle fibre o fascetti della rete delle vagine linfatiche follicolari e midollari o dei cordoni di questo nome: l' endotelio che copre tutte le dette vagine, esteso altresì a follicoli e loro processi, e continuo con quello dei linfatici inferenti, di qualità che si crederebbe essere la rete delle vagine linfatiche follicolari e midollari gli stessi linfatici inferenti anastomizzati fra loro e costituenti entro la glandola una rete, quale è quella delle vagine, ridotti alla semplice membrana interna, come le vene rispetto ai seni della dura madre, o alle lacune o spugnosità de' tessuti cavernosi: il formare le vagine follicolari e midollari già tutte continue il vero intermedio, onde si effettua la suddetta comunione de' vasi linfatici inferenti ed efferenti, aprendosi i primi nelle vagine linfatiche follicolari o seni linfatici perifollicolari della sostanza corticale, ed originando i secondi dalle vagine linfatiche dei processi follicolari o cordoni midollari, ed uscendo per l' hilus, dove mancando la membrana avvolgente e la sostanza corticale riesce esteriore la midollare, donde muovono le radici di quelli ultimi.

Quantunque nel lavoro del Malpighi siano desiderabili le particolarità di minuta anatomia fin quì noverate, non però di meno le lacune e le mende che vi si trovano, non gli danno biasimo, nè gli scemano il valore, ma dimostrano semplicemente la parte dovuta al suo Autore nello scoprimento della struttura delle glandole linfatiche. E tal parte è senza fallo grandissima, e meravigliosa, massime considerando che tal lavoro conta più di due secoli, e che esso avanti ogni altro mette in vista i punti principali di quella struttura. De' quali punti piacemi farne qui a comprova il riepilogo, divisandoli ad uno ad uno, ed aggiugnendo quanto insegna dell' uffizio delle glandole in discorso. Essi sono la membrana esterna od avvolgente, la rete formata da' suoi fascetti internati nella glandola, non che il reticolo in quella rete contenuto, i follicoli glandolari o linfatici costituenti in un con quella essenzialmente la glandola, la discontinuità de' linfatici inferenti cogli efferenti, il commercio di essi linfatici coi follicoli, e la *communio* de' linfatici medesimi mediante un tessuto reticolato che oggi chiamano lacunare, spugnoso o cavernoso, secondo che già è stato detto, l' effettuarsi per questo tessuto, e non per vasi linfatici internati nella glandola la circolazione linfatica intraglandolare, ed all' ultimo quanto all' ufficio, l' avere stabilito *lymphatica vasa e glandulis derivare lympham*, cioè la sua parte solida, corpuscoli o cellule linfatiche, es-

sendone produttori i follicoli e loro processi, i quali le versano nella linfa circolante entro la glandola aumentandone il novero; e poichè la produzione della linfa o di quelle cellule operata dai follicoli e loro processi ricorda la secrezione di una glandola conglomerata acinosa, di cui talun vede anche oggidì l' aspetto nelle glandole linfatiche (1); così posta la questione se il linfatico efferente facesse *vicem vasis excretorii*, considerato avere i linfatici inferenti del pari e gli efferenti commercio con i follicoli, parere non esserne ammissibile la vece o lo scambio (2). Le quali tutte particolarità scoperte ed escogitate dal Malpighi dovrebbero secondo giustizia denominarsi da lui e dirsi Malpighiane; ma non così, e quell' Epistola è se non sfatata, generalmente dimenticata, e non avuta per degna di menzione, siccome un vecchiume di nulla importanza (3), e le scoperte che essa contiene, recate ad altri anatomici posteriori, anzi l' idea principale di un tessuto proprio essenzialmente follicolare e reticolato da Lui innanzi ogni altro descritto, interposto a vasi linfatici e sanguigni, attribuita dal Ranvier a Bichat, il quale, ei dice, avrebbe chiamato cellule i follicoli che in suo linguaggio suona quanto vescicole (4). Ma Cruveilhier avea molto innanzi fatto giustizia al Malpighi chiamandolo vero Autore della scoperta della struttura cellulosa (vescicolare o follicolare) delle glandole linfatiche (5).

Il Malpighi trovò le glandole conglobate o linfatiche a dovizia fornite di vasi sanguigni. La quale dovizia vuolsi notare essere varia al variar delle età, ed è certamente maggiore, stando almeno al più felice successo delle iniezioni, nella età più tenera ed in gioventù. Lo che consente con l' essere in queste età maggiore la moltiplicazione dei corpuscoli o cellule linfatiche. Secondo Haller, Ei ne descrisse le arterie (6). Il Malpighi però dice arterie e vene: dalla descrizione nondimeno si deduce

---

(1) Autore di questa similitudine fra i moderni fanno il Gerlach (Handb. der Cewbelehre. 2 Aufl., pag. 232). Mandl nella sua Anat. génér. Paris 1843, pag. 521 somiglia le glandole linfatiche alle conglomerate; ed essendo esse unite pe' linfatici inferenti ed efferenti le ha come lobi di una grande glandola avente i suoi condotti escretori ne' condotti toracici; idea già innanzi e poi acarezzata.

(2) A. Nuck nella sua Adenographia Curiosa, Lugduni Batavorum, 1691, al Cap. tertium, tratta questa questione concludendo già non essere ammissibile la somiglianza del linfatico efferente con il condotto escretore di una glandola conglomerata.

(3) A proposito di quanto sentenziano Beaunis e Bouchard, che io citai nella prima Nota, dissi essere eglino stati ligi al Kölliker. Ora eccone la prova. Egli alla pag. 635 della sua Op. cit. scrive: « Avant ces derniers temps la structure des glandes lymphatiques était complètement inconnue! ». — Frey poi (Op. cit.) nella Bibliografia sulla struttura delle glandole linfatiche pone da banda le Opere degli antichi, e non cita che quelle dei moderni, gli autori delle quali sono quasi tutti tedeschi.

(4) Op. cit. pag. 670.

(5) Traité d' Anat. des., Tom. trois. Paris 1852, pag, 138.

(6) Elem. Physiol. corp. hum., Tomus primus. Lausannae 1757, pag. 184.

ch' egli parlar volle particolarmente delle arterie, e da essa pur cogliesi che le distinse in superficiali e profonde. De' rami superficiali è, com' Ei dice, irrorata la membrana avvolgente, ove formano una bella rete, iniettata poscia altresì dal Ruischio, e rappresentata nelle glandole del mesenterio (1). Detti rami superficiali poi comunicano coi sottoposti, o della sostanza corticale, o vero con quelli delle arterie profonde. Queste *glandulas intrant frequenti ramo,* ed entrate *rete efficiunt insinioribus ramis et extremis propaginibus in loculos (idest folliculos) et parietes arearum desinere videntur.* Oggigiorno pure generalmente si ammette che molteplici siano le arterie pertinenti alle glandole linfatiche, ma che la più grossa, o le più grosse penetrino nelle medesime per l' hilus satelliti del linfatico o dei linfatici efferenti, e vanno alla sostanza midollare, laddove le più piccole giungono a questa stessa perforando in diversi punti la superficie della glandola quando sole, quando esse altresì satelliti a piccoli linfatici efferenti. Io non vorrò descrivere queste arterie profonde bastando già quanto ne ha detto il Malpighi, e trovandosene ne' trattati di anatomia delle descrizioni più o meno particolareggiate (2). Noterò solo che quelle estreme propagini o capillari, formano una rete attorno a' follicoli e loro processi o cordoni midollari, entro a' quali pur corrono de' capillari. Quando fosse del mio proposito ragionare della grande dovizia delle arterie profonde divisate, e specialmente di quelle del tessuto proprio delle glandole linfatiche, direi non essere data essa semplicemente al nudrimento di queste glandole, ma più ad alimento de' corpuscoli o cellule linfatiche, massime chiuse nel reticolo de' follicoli e loro processi o cordoni midollari; chè i corpuscoli o cellule linfatiche libere nuotanti nella linfa lo traggono dal plasma di questa, e di tale alimento debbono aver copia per la loro moltiplicazione, o come dicono, proliferazione; sotto il quale rispetto si hanno ben a ragione organi emopoetici, fornendo abbondantemente il sangue di corpuscoli bianchi: direi che da' capillari trasudando o gemendo plasma, andrà questo pur ad aumento di quello della linfa, la quale fatta più ricca di fibrina, riuscirà meglio coagulabile. E potendo entro esso loro i capillari accogliere delle emasie o globuli rossi, e mandarle fuori, direi poter esse, anche con ossiemoglobina separata, passare nella linfa che si tingerà in rossigno, e le emasie o globuli rossi poter divenire anche pasto a corpuscoli o cellule linfatiche, le quali sembrano esserne ghiotte (Fagociti): direi all' ultimo che contenendo il sangue arterioso dell' ossigene o proveniente dall' emasie, od anche libero, questo

---

(1) Epist. anat. qua resp. viro claris. Her. Boerhaavium, pag. 64 e seg. — La Figura a pag. 81.

(2) Vedi a questo proposito: Frey (Op. cit. pag. 500 e seg.) il quale riporta anche le osservazioni di His. — W. Krause. Op. cit. Vol. cit. pag. 352. — Ranvier. Op. cit. pag. 690 e seg.

uscendo da' capillari tornerà a vantaggio della linfa, ed in ispecie di essi corpuscoli o cellule linfatiche sì nuotanti nel plasma della linfa e circolante entro la glandola, sì nelle contenute e come imprigionate entro il reticolo de' follicoli e dei loro processi o cordoni midollari, a tener viva la loro respirazione sì efficace e necessaria per il loro nutrimento, a conservare ed aumentare la loro facoltà motrice, la loro forza e direi quasi voracità di assorbimento, ed a mantenere infine l' attività e rapidità di loro moltiplicazione veramente grandissima, riuscendo così l'ossigene vita di loro vita. Ma tutte queste particolarità eccedono i confini del tema prefissomi, e ben mi avveggo di aver troppo corso, avendone anche semplicemente toccato; onde ritraendomene tosto, passerò alle vene.

E comincerò dicendo che Haller parlato che ha delle arterie, soggiugne: *Iis arteriis venas respondere nemo negat, etsi nemo eas descripsit* (1). E così a suoi tempi veramente, essendo che ad esse non davasi troppa importanza. Ma molta ne ricevettero, dappoichè G. F. Meckel seniore ne' suoi: *Opuscoli Anatomici de vasis lymphaticis*, pubblicati nel 1760 ebbe annunziato che il mercurio iniettato ne' linfatici inferenti di una glandola usciva non solo per il linfatico efferente, ma con molta facilità anche per le vene, com' esse altresì fossero efferenti della linfa, ed ammesso per ciò che nelle glandole tra capillari linfatici e venosi vi fossero delle dirette comunicazioni, fu posto mano a verificare le asserzioni del Meckel; e Fohmann fu quegli che più alacremente vi si adoperò; il quale avendo ognora veduto nelle sue molte iniezioni sulle glandole linfatiche di una moltitudine di mammiferi e dell' uomo passare entro le glandole il mercurio dai linfatici nelle vene, ebbe come costante un tale passaggio, ed eresselo in dottrina. E parvegli d' aver da lei rimosso ogni dubbio, quando non avendo Egli potuto scoprire il linfatico efferente di certe glandole mesenteriche del Cane e della Foca (Pancreas Aselli), credè che vi fossero glandole senza linfatico efferente, e che le vene supplissero alla mancanza facendone le veci (2). E questa importanza delle vene fu contradetta da Mascagni (3) e da Panizza (4), negando tutt' e due quelle comunicazioni, e spiegando il primo quel passaggio del mercurio nelle vene per lacerazioni e stravasi, ed il secondo at-

---

(1) Op. cit. pag. cit.

(2) Vedi Fohmann. Anatomische Untersuchungen über die verbindung der sangadern mit den venen. Heidelberg 1821. — Dello stesso avviso è pure E. A. Lauth (Essai sur les vaisseaux lymphatiques. Strasbourg 1824), e Nouveau Manuel de l' Anatomiste. Paris 1835, pag. 526 e seg. — Aggiugnerò con Carus Vrolick, che ha osservato tali comunicazioni nella Foca. Vedi Traité élem. d' Anat. Comp., Tom. deuxième, Paris 1835, pag. 350.

(3) Vasorum lymphaticorum historia et Iconographia. Senis 1787, Sect. IV, pag. 29. Sect. V, pag. 32-33.

(4) Osservazioni antropo-Zootomico-fisiologiche. Pavia 1830, pag. 49 alla 51.

tribuendolo ad effetto di porosità delle pareti vascolari, entrambi però ammettendo la somma facilità che ha il mercurio di uscire dalle glandole per i linfatici efferenti del pari e per le vene, e talvolta solo per queste. Panizza stesso poi e Rosenthal hanno smentito che quelle glandule mesenteriche vadano senza linfatico efferente, e questi nel Pancreas Aselli della Foca ne ha descritto uno assai grosso che va a sboccare direttamente nel condotto toracico (1), e che in onore del suo scopritore è stato detto *ductus Rosenthalianus*; quello poi, cioè il Panizza, nella congerie di glandole componenti il Pancreas Aselli dei Cani ha sempre rinvenuto il linfatico od i linfatici efferenti, che di solito non apparivano per il deviamento del mercurio nelle venuzze uscenti della glandula lasciando vuoti quei linfatici: donde l' errore d' aver creduto esserci glandule linfatiche a vase efferente venoso, o sostituito da vene.

Desiderando due miei cari e venerati Maestri Prof. Francesco Mondini e Prof. Michele Medici di vedere co' propri occhi, se tanta fosse la facilità che andavasi dicendo, del passaggio del mercurio iniettato pe' linfatici inferenti nelle vene, e la predilezione ch' esso avea di uscire delle glandule per queste, anzi che per il linfatico od i linfatici efferenti, feci a loro richiesta nel 1833 non poche iniezioni, il risultato delle quali fu conforme a quanto avea detto il Panizza. In ventidue iniezioni il mercurio non passò che nove volte nelle vene e nel linfatico efferente ad un tempo, ed una volta non uscì per quest' ultimo, ma solo per le vene. E questo fu in una grossa glandola di un giovane individuo, situata non molto lunge dalla radice del mesenterio, glandola alquanto rammollita per incipiente putrefazione, ne' linfatici inferenti della quale iniettato il mercurio riempì prestamente una bella e fitta rete superficiale, non mai innanzi così estesa veduta, la quale mi fece tosto risovvenire quei plessi linfatici osservati dal Mascagni che *quandoque supra ipsas glandulas locantur*. Dalla detta rete, o meglio dalle maglie di essa uscivano poi tre corti ramoscelli, i quali univansi in un tronchetto che sembrava il linfatico efferente, ma che non tardai a scoprire essere una venuzza pertinente ad un ramo della vena meseraica maggiore. Lo che mi fece sospettare di avere piuttosto che dei linfatici iniettato delle vene, ma avendo ben bene esaminato le cose potei anche dietro la forma dei linfatici inferenti escludere quel sospetto. Ma sgonfiandosi e cominciandosi a svotare quella rete per lo passare del mercurio di venuzza in venuzza, presi per partito di allacciarla, e continuando l' iniezione, vidi dopo non molto il mercurio nel linfatico efferente, il quale diveniva inferente entrando in

(1) Nova Acta Nat. curios. Vol. XV, Pars posterior, pag. 335, e Tav. LXXII. Breslau und Bonn 1831.

una glandola vicina. Il Panizza registra già buon numero di osservazioni consimili nella sua Opera; onde tornerebbe superfluo insistervi sopra. Lo smarrimento del mercurio dalle vie linfatiche, ed il rientramento nelle medesime, chiuse le vie venose, inducono certamente ad ammettere le comunicazioni escogitate dal Meckel tra capillari linfatici e sanguigni, e cercato convertirle in realtà dal Fohmann. Pare che tali communicazioni ci abbiano, od almeno non siane dubbio appo la maggior parte dei moderni, i quali per ispiegarle si giovano dell' intermedio delle cavità o lacune del tessuto connettivo, ovvero de' canali plasmatici od umoriferi o del succo così detto da Reklinchausen (1), con i quali comunicherebbero i capillari sanguigni e linfatici ad una, a quanto pare, per continuità, o, com' altri crede, per stomi (ostiola s. oscilla Mascagni) chiamati pozzetti da Ranvier, quando normali (stigmata Arnold) quando dilatati (stomata Arnold), situati fra le cellule della loro parete endotelica. La quale maniera di spiegazione sembra più felice di quella delle porosità vascolari pensata da Panizza.

Poiché nelle glandole linfatiche sono tanto facili le comunicazioni tra linfatici e vene, o per me' dire, é tanto facile il passaggio delle materie iniettate da quelli a queste, ho voluto vedere, se il passaggio inverso fosse altrettanto facile, od almeno potesse effettuarsi senza molta difficoltà. A tal fine ho iniettato le vene corrispondenti a gruppi di glandole linfatiche, come le femorali comuni, la meseraica maggiore ecc. di giovanetti e di feti di otto o nove mesi, ed anche di bambini, valendomi di sostanze molto sottili, quali sono l' essenza di trementina con cinabro finamente macinato, o vero una lunga soluzione di gelatina col nero fumo o con l' azzurro di Berlino, ma non mi é mai sortito di aver trovata la sostanza iniettata ne' linfatici della glandola. Dal che alcuno trarrà per avventura un argomento contrario a quell' inverso passaggio, ma forse non si apporrebbe; imperocché in certi casi il sangue entra senza dubbio ne' linfatici, e la linfa si tinge più o meno intensamente in rosso, ed esaminata al microscopio mostra una notevole quantità di emasie, o globuli rossi e questi globuli non si sono già formati entro esso lei, ma venutile dal sangue. Ed io vidi un bell' esempio di tale passaggio in una giovane che per amore infelice erasi suicidata annegandosi in un pozzo, nella quale trovava una forte stasi venosa e le glandule linfatiche lividissime,

(1) Op. cit. pag. 93. — Questa espressione di canali del succo (seftkanälen) parmi troppo generale; imperocchè un umore indeterminato o nulla particolareggiato non esiste. Sarebbe meglio dirli canali dello siero (*vasa serosa*), ma non nel senso Boerhaaviano. — Ranvier nega la loro esistenza. (Op. cit. pag. 658). Ma essi sono stati iniettati per la via delle arterie del pari e dei linfatici anche non è molto in Italia dal Prof. Foà. Vedi Sul rapporto delle cavità plasmatiche del tessuto connettivo coi vasi sanguigni e linfatici. Bologna, Tipi Fava e Garagnani, 1874.

quasi nere con qualche chiazzetta di sangue stravenato, e nel collo specialmente i linfatici ond' erano collegate, ben visibili pel sangue che contenevano. Già Mascagni aveva più volte trovato i linfatici rosseggiare per essere entro esso loro passate le parti colorate del sangue notando ad un tempo che ritrovavale del pari nelle cavità o celle (cavis s. cellis), del tessuto connettivo, dalle quali egli scoprí nascere i linfatici (1). L'Anatomia Patologica poi registra qualche caso consimile al narrato, però senza chiazze sanguigne, e non per violenza, ma per naturale malattia, essendo i linfatici contenenti sangue molto dilatati. È superfluo notare, per essere a tutti conto e saputo, che i globuli rossi del sangue ammessi da' capillari sanguigni entro loro escono a traverso le loro pareti endoteliche, mettendosi nelle lacune o cavità o canali plasmatici o umoriferi del tessuto connettivo sopradetti, i quali con le loro contrazioni li spingono entro a' vasi linfatici.

Se le iniezioni non sono state coronate del successo conforme al fine che io facevale, mi hanno ben messo in vista perfettamente le vene delle glandole linfatiche, descritte promiscuamente dagli autori con le arterie. È notato, che sí queste come quelle hanno la medesima generale disposizione, se non che le vene sogliono essere meno numerose, ma più ragguardevoli per maggiore grossezza, e d' ordinario riduconsi in una vena unica che esce per l' hilus in un col linfatico efferente, satellite dell' arteria, della quale é spesso più grossa del doppio (2). Ma questa descrizione é monca, e le vene, come le arterie, sono superficiali e profonde. Queste certamente non sono numerose o presso a poco come é stato detto. Copiosissime per contrario sono le superficiali, le quali piene di una sottile sostanza (soluzione di gelatina colorata con uno o con altro colore metallico finamente macinato) mi hanno fatto vedere una bella rete venosa mirabile piuttosto fitta, la quale forma un elegante inviluppo attorno alle glandule, ed é a maglie variformi, ma per lo più poligonali, nel fondo delle quali scorgesi una minuta reticella di finezza capillare, sottoposta e continua a quella. Dalle reti mirabili poi vengono le vene superficiali di varia grossezza, ma sempre sottili e molteplici, di qualità che pare debba delle glandole uscire molto più sangue per le vene superficiali che per le profonde, preferendo le arterie l' interno od il tessuto proprio delle glandole all' adempimento degli uffici ragionati di sopra, e predominando le vene superficialmente. E le venuzze superficiali

---

(1) Op. cit. pag. 16. — Eccone il trapasso: *Quoties lympham rubram in lymphaticis vidi, toties pariter in cavis, a quibus eadem lymphatica oriebantur, simile fluidum inveni; cum vidi sanguinem, hunc inveni extra vasa in partibus a quibus lymphatica sanguine repleta originem sumebant.*

(2) Kölliker. Op. cit. pag. 24.

escono da diversi punti della rete mirabile di una glandola e si anastomizzano con quelle che muovono da diversi punti delle reti mirabili delle glandole vicine, e ciò ripetendosi continuamente si forma una rete a larghe maglie che a somiglianza de' linfatici efferenti ed inferenti, unisce tutte insieme le glandole, e che chiamerò rete venosa collegante. Questa bella e curiosa disposizione venosa ho io voluto ritrarre, non avendo per quanto mi habbia cercato, potuto trovare una Figura che la rappresenti. Io l' ho presa da un branello del mesenterio di un feto femminino ottimestre, non già perchè sol quivi si trovi quella disposizione, che pur trovasi altrove, ma perchè in quello l' iniezione della rete sì glandolare, sì collegante mi è riuscita più felice che nelle altre parti. Il branello è molto ricco di glandole linfatiche, e ve ne hanno di tutte le grandezze, di grandi, di mezzane, di piccole, di piccolissime o minime che sembrano glandole in rudimento, le quali passerebbero inosservate senza l' iniezione di quella, e che somiglierebbonsi alle macchie lattate dell' epiploon di molti mammiferi, o vero a' follicoli del peritoneo in genere. In tutte si vede la rete mirabile che le mantella, in tutte le venuzze superficiali che ne escono, la unione od anastomosi delle venuzze che partono da una rete mirabile con quelle che partono da un' altra o da altre circonvicine, i tronchetti ne' quali unisconsi, e la rete a larghe maglie onde fra loro comunicano le reti mirabili, e sono insieme collegate le glandole. Si osservi la preparazione, e si confronti con la Figura, e si troverà essere questa copia fedele di quella, salvo che per non ingenerare confusione si sono ommesse le arterie, e salvo che gli oggetti sono ritratti dieci volte più grandi del vero. E qui se alcuno mi domandasse, se la descritta rete mirabile, e la moltiplicità delle venuzze superficiali che ne escono, valgono solo a trasportar fuori delle glandole il sangue che ha circolato per esse, o vero anche a qualche altro uffizio, non saprei rispondere, se non fosse che forse potessero anche giovare a scemare per assorbimento l' acquosità della linfa versata dai linfatici inferenti ne' seni linfatici perifollicolari, o vagine linfatiche follicolari della sostanza corticale, e forse anche ad accogliere de' corpuscoli o cellule linfatiche; onde nella rete collegante circolerebbe un sangue venoso più ricco di quei corpuscoli o cellule, come quello della vena splenica; e trattandosi de' rami della vena meseraica maggiore, ad accogliere altresì del chilo: le quali vene poi, come tutte quelle della vena porta, ammettono, secondo Rütimayer, con maggiore facilità delle altre i corpuscoli o cellule linfatiche migranti, le quali ultime particolarità possono per avventura essere tuttavia della vena o vene profonde. Ma sarebbe inutile fermarsi su questa congettura, non avendo prove veramente efficaci a confortarla e sostenerla. Terminerò dicendo che chi ha in costume d' iniettare le glandole linfatiche per via interstiziale, come

oggidì si suole, abbia sempre davanti la descritta disposizione venosa, perchè potrebbe accadere che si credesse avere a fare con reti linfatiche e con linfatici efferenti, laddove essi non sarebbero che venuzze uscenti delle glandole, quantunque la forma loro dovesse bastantemente valerne a distinzione. Di che tutti sanno essere stato molto duramente redarguito il Lippi, e chi ne premiò il lavoro. Ma l' esposto avvertimento e quell' esempio debbono guardare e preservare chiunque dall' errore.

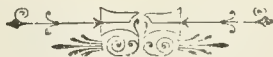
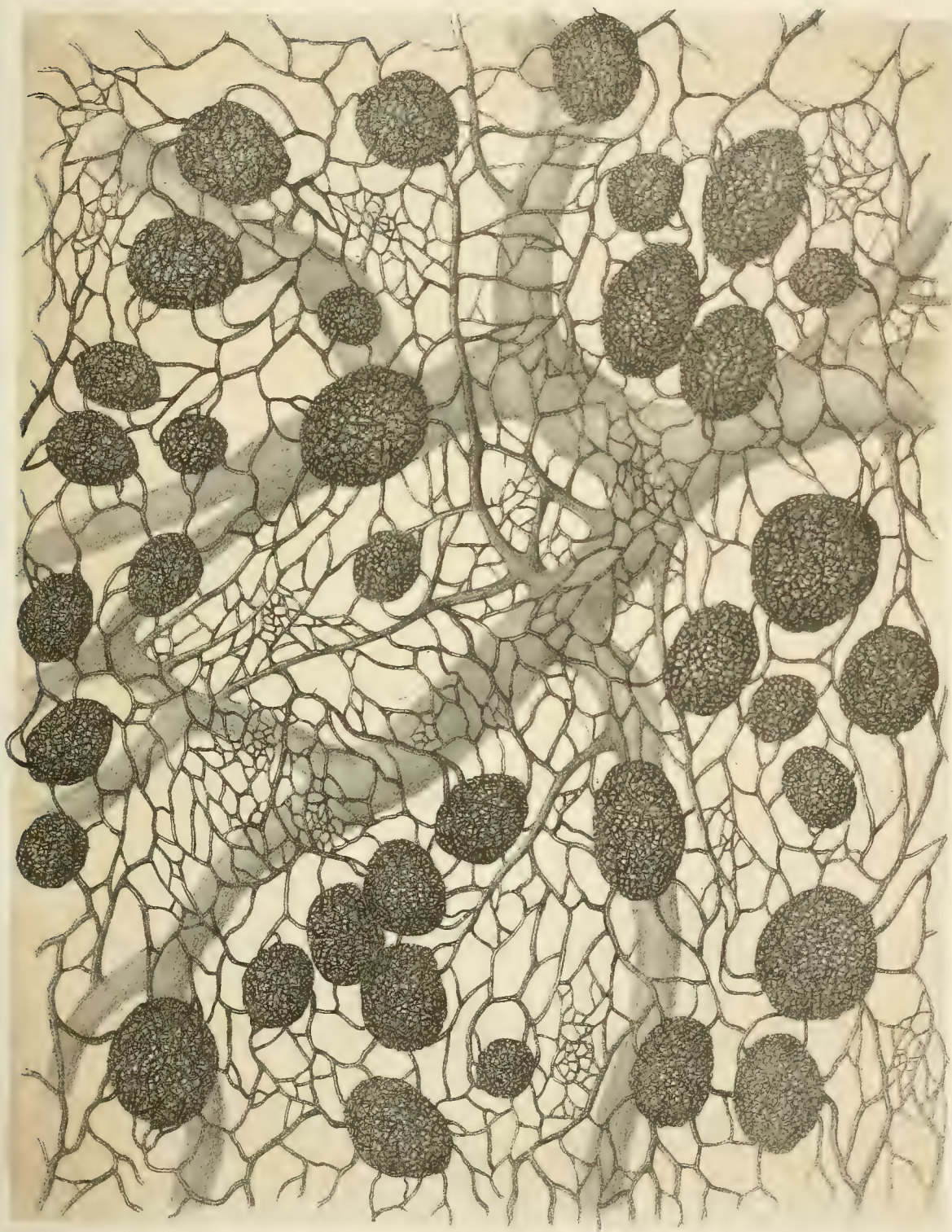
SPIEGAZIONE DELLA FIGURA

Rappresenta un branello del mesenterio di un feto umano femminino ottimestre, branello molto ricco di glandole linfatiche di tutte le grandezze, le quali glandole hanno un bell' inviluppo venoso, costituito da una rete mirabile venosa, piuttosto fitta, a maglie variformi, ma generalmente poligonali. Si vede come dalle reti mirabili, onde sono mantellate le singole glandole, escono le venuzze superficiali che sono molteplici, e fra loro si anastomizzano e formano una larga rete come catena che insieme unisce le glandole e che convien chiamare rete venosa collegante. Grandezza dieci volte maggiore della vera.

Mi è parso inutile apporre cifre a vari membri o notabili della Figura, essendo troppo chiari ed evidenti per se. Non ho d' uopo avvertire che il tronco venoso più grosso che in lei apparisce, è porzione di un ramo intestinale della vena meseraica maggiore.

L. Calori — Inviluppo venoso e rete venosa collegante delle glandole linfatiche.

E. Contoli, dis: dal vero e lit.

lit. G. Wenk e Figli - Bologna

DI ALCUNE NUOVE REAZIONI CROMATICHE DELL' IDRASTINA

E

DELLA SUA RICERCA ZOOCHIMICA E CHIMICO-TOSSICOLOGICA

NOTA

del Prof. DIOSCORIDE VITALI

(Letta nella Seduta del 15 Novembre 1891).

Tre sono gli alcaloidi che dal Lerchen (1) vennero estratti dall' Hydrastis Canadensis, pianta della famiglia delle Ranuncolacee, che cresce nel Nord dell' America. L' esistenza di questi alcaloidi fu poi confermata da Hall (2) e da Prescott (3). Essi sono l' Idrastina, la Berberina e la Xantopucina. Di questi il più importante è l' Idrastina, alla quale in questi ultimi tempi venne attribuita azione terapeutica varia. Da alcuni infatti fu decantata come antiperiodico e come utile contro le febbri tifose e le dispepsie croniche; nell' uso esterno fu proposta per la cura delle ulcerazioni, delle emorroidi, dello stomacace, delle afte ed oftalmie, ecc., ecc. L' azione sua sul sistema circolatorio fu studiata da Pio Marfori (4); dalle esperienze di questo autore risulterebbe che negli animali a sangue caldo produce restringimento nei vasi renali e che a piccole dosi eleva la pressione sanguigna ed accelera il polso, mentre a dosi elevate produrebbe effetti opposti. La generalità dei fisiologi però considera questo alcaloide come un eccitatore delle fibre muscolari liscie ed è quindi raccomandato per arrestare le emorragie specialmente le uterine. È per questa sua azione che è ancora adoperato da taluni, sebbene già si cominci a dubitare della sua efficacia.

E questo dubbio presso alcuni è anche fondato sul fatto (5), che negli

(1) Amer. Journal Pharm. 50.470. — Die Pflanzenstoffe. Husemann und Hilger. p. 607.
(2) Amer. Journal Pharm. 14.247. — Die Pflanzenstoffe. Husemann und Hilger. p. 607.
(3) Amer. Journal Pharm. 47.481. — Die Pflanzenstoffe. Husemann und Hilger. p. 607.
(4) Arch. f. Path. und Pharm. XXVII 1890, p. 51. — Les nouveaux remedes 1891. n. 9, p. 214.
(5) Supplemento annuale all' Enciclopedia chimica 1886-87. p. 203. — Dragendorff. Manuel de Tossicologie, 2.ª Edition, Paris, p. 283. Però quest' autore nella 3ª edizione Tedesca 1888, p. 203

esperimenti sugli animali questo alcaloide non sarebbesi rinvenuto nell'orina, nel fegato, nella milza e nel sangue dei polmoni. Sicchè si arrivò al punto di mettere in dubbio il suo assorbimento. Il Marfori però l'avrebbe riconosciuto nelle orine degli animali sottoposti alle sue esperienze (1).

Questi risultati contradditorî circa l'assorbimento dell'Idrastina io penso si debbano attribuire o alla diversità de' metodi messi in opera per la sua ricerca o alla imperfezione delle reazioni, alle quali si ricorre per riconoscerla (2).

Importantissima essendo la questione dell'assorbimento di una sostanza medicamentosa, perchè senza aver risolta questa tornerebbe inutile qualunque altro studio sulla sua azione fisiologica e terapeutica; e d'altra parte essendo la Idrastina annoverata fra le sostanze venefiche (3), ho creduto conveniente intraprendere alcune esperienze non tanto per risolvere la questione dell'assorbimento, ma anche per portare qualche contributo alla sua ricerca zoochimica e chimico-tossicologica.

Ed innanzi tutto mi occupai delle reazioni, alle quali si suol riconoscere questo alcaloide. Esse trovansi esposte in un lavoro di F. B. Power ed in un altro di M. Lions sullo stesso argomento dell'Idrastina; il primo pubblicato nel *The Pharmacist Ande Chimist Novembre 1884* ed il Secondo nel *Druggist Circular Marzo 1887,* e nel *Pharmaceutical Journal Aprile 17. 1886;* lavori che trovansi riassunti nel *Journal de Chimie et Pharmacie. Tomo III. p. 618.* Ho sottoposto a controllo queste reazioni, che non sono poche; non dirò dei risultati ottenuti per ciascuna di esse, ma mi limiterò a dire che da alcune non si ottengono fenomeni cromatici ben distinti e netti, specialmente quando esse si eseguiscono sull'alcaloide estratto da miscugli di sostanze animali col metodo ordinario; altre lasciano a desiderare dal lato della sensibilità o per non essere affatto esclusive dell'Idrastina. In quanto al metodo di estrazione, quello comunemente

---

afferma che da esperimenti sugli animali risulterebbe che piccola quantità di Idrastina passa nell'orina.

(1) Luogo citato.

(2) Fra le varie reazioni dell'Idrastina una, che è proposta come la più caratteristica sarebbe quella che si produce allorquando alla soluzione di Idrastina acidulata con acido solforico si aggiunge a goccie la soluzione decinormale di permanganato di potassio fino a che questa si decolori; nel qual caso si dovrebbe manifestare una bella fluorescenza azzurra per minima che sia la quantità di alcaloide. Ponendo a controllo questa reazione, mi sono convinto innanzi tutto che occorrono quantità non tanto piccole di Idrastina e che questa fluorescenza è ben lungi dall'essere appariscente come suole essere quella della chinina in soluzione solforica. Inoltre le condizioni, perchè avvenga non sono tanto facili a raggiungersi, poichè basta il più lieve eccesso di permanganato, perchè essa non si manifesti; d'altra parte non si ha una norma sicura per fissare la quantità necessaria di reattivo, poichè anche il criterio della decolorazione di questo non è sufficiente.

(3) Dragendorff. Die Gerichtliche Chemische Ermittelung von Giften. Göttingen 1888, p. 203.

seguito è quello di Stass modificato da Otto. I solventi non miscibili all' acqua, che, dietro suggerimento del Dragendorff, si impiegano per la ricerca dell' Idrastina, sono il benzolo e il cloroformio, i quali esportano l' alcaloide tanto da liquidi acquosi acidi che alcalini. Se non che, come ho avuto occasione di convincermi coll' esperienza, questi veicoli oltre all' alcaloide tolgono agli estratti acquosi, ottenuti dai miscugli animali, altre sostanze, fra le quali alcune che oltre al presentare le reazioni generali degli alcaloidi impediscono la manifestazione netta delle reazioni cromatiche dell' Idrastina.

Ho quindi tentato prima lo studio di nuove reazioni sensibili e caratteristiche.

È noto come le reazioni cromatiche, alle quali si ricorre per riconoscere una sostanza organica siano per lo più fondate sull' azione su di essa o di composti disidratanti o di ossidanti, o di corpi riduttori, adoperati singolarmente, oppure insieme e successivamente gli uni dopo gli altri. Così si riconoscono la Papaverina e la Salicina coll' acido solforico (disidratante) che colora la prima in azzurro e la seconda in rosso. Coll' acido nitrico (ossidante) si riconosce la Brucina, che ne è colorata in rosso. L' acido picrico dal cianuro di potassio (riduttore per eccellenza) è mutato in acido isopurpurico composto di un bel color rosso intenso. Talvolta le reazioni hanno luogo, quando all' azione dell' ossidante si faccia succedere quella di un corpo riduttore; così la Brucina, ossidata prima coll' acido nitrico, dà origine ad un bel composto violetto, quando si tratti poi con protocloruro di stagno. Si possono anche ottenere le reazioni cromatiche, trattando prima la sostanza con un disidratante e poscia con un ossidante. È così che la Cocaina, trattata prima con acido solforico e poi con acido jodico a caldo, dà luogo ad una serie di colorazioni verde, verde azzurra, azzurra e rossa. Qualche volta si ossida la sostanza e sul prodotto di ossidazione si fa agire un alcali. La Caffeina e la Teobromina ossidate coll' acqua di Cloro o con acido nitrico danno una colorazione rossa per aggiunta di ammoniaca. L' Atropina, la Daturina, la Giusquiamina e la Duboisina, ossidate con acido nitrico e poi trattate con un alcali fisso, danno splendida colorazione rosso-violacea. Talvolta infine si ricorre prima agli idratanti, per sdoppiare la sostanza nei gruppi, da cui è costituita, e poscia sopra uno di questi si fanno agire gli ossidanti, i riducenti o i disidratanti. Così l' Atropina coll' acqua di barite si sdoppia a caldo in Tropina e Acido atropico, che si separa acidulando con acido cloridrico, estraendo con etere, e si riconosce facendo agire sul residuo dell' evaporazione della soluzione eterea poco acido nitrico e poi acido solforico concentrato, il quale fa svolgere una bella colorazione rossa. Adoperando ed alternando opportunamente questi agenti chimici si arriva spesso ad ottenere dagli

alcaloidi delle belle reazioni cromatiche. È da notarsi però che non tutti i reattivi appartenenti ad un gruppo (per esempio non tutti gli ossidanti) possono sopra una sostanza produrre fenomeni cromatici, o lo stesso fenomeno cromatico; del che è facile comprender la ragione, quando si rifletta che l' azione loro, sebbene sia della stessa natura, pure varia moltissimo per intensità. Cosi pure nelle reazioni ha la più alta importanza la temperatura; poichè alcune avvengono a freddo e scompaiono o mutano per il calore, e viceversa altre non avvengono che ad un determinato grado di calore.

Si fu applicando opportunamente questi principii generali, che ho potuto ottenere dall' Idrastina, due splendide reazioni cromatiche, che per le circostanze, in cui si producono sono affatto caratteristiche di questo alcaloide. La prima di esse è fondata sull' azione di un disidratante, l' acido solforico, sulla successiva azione ossidante del nitrato di potassio e sulla finale del protocloruro di stagno, composto eminentemente riduttore. La seconda invece è basata prima sulla azione dell' acido nitrico (ossidante), poi su quella di un alcali fisso e finalmente sull' azione disidratante dell' acido solforico.

Ecco in qual maniera bisogna procedere per ottenere queste reazioni.

Per mettere in pratica la prima si pone un cristallino d' Idrastina o di un suo sale in una capsulina di porcellana e vi si versa da $^1/_2$ ad 1 cmc. di acido solforico concentrato, a seconda della quantità dell' alcaloide.

Al primo contatto coll' acido il cristallo assume colorazione gialla, che, agitando con bastoncino di vetro, passa al liquido; si aggiunge un granellino di nitrato di potassio polverizzato e si agita di nuovo; si ha una colorazione giallo-bruna più o meno intensa a seconda della quantità dell' Idrastina. La comparsa di questa colorazione è già un indizio per se della presenza dell' alcaloide. Fa però d' uopo di non eccedere nell' impiego di nitrato di potassa, perchè l' eccesso nuoce sempre alla bellezza della successiva reazione e talvolta può impedirne anche la manifestazione. Si aggiunge infine goccia a goccia una soluzione di protoclururo di stagno: si ha viva effervescenza per sviluppo di gas cloridrico e nel medesimo tempo, man mano che si aggiunge la soluzione reattiva, si svolge una magnifica colorazione rosso-violetta, la quale è tanto più bella ed intensa quanto più l' Idrastina è pura, e la quantità di essa maggiore.

La seconda delle accennate reazioni si ottiene ponendo l' Idrastina in capsulina di porcellana insieme ad alcune goccie d' acido nitrico (4 a 6 goccie). Quest' acido colora subito in giallo l' alcaloide. Scaldando per un istante all' ebollizione si ha sviluppo di vapori nitrosi. Continuando poi a scaldare a lievissimo calore fino a secchezza si ottiene un residuo di color giallo, il quale, quando è raffreddato, per aggiunta di alcune goccie di una

soluzione alcoolica di potassa caustica si tinge in giallo-bruno; evaporando poi l' alcool, il residuo si presenta colorato in bruno verdastro e raffreddato che sia, coll' acido solforico assume colorazione violetta intensa.

Queste reazioni si possono ottenere anche dalle soluzioni, quando si abbia l' avvertenza di evaporarle prima a secchezza. Esse sono abbastanza sensibili, potendosi esse ottenere, quando si operi con esattezza, anche dal residuo dell' evaporazione di una soluzione che ne contenga gr. 0,0001. Assicuratomi della sensibilità di queste reazioni volli accertarmi, se esse sono anche caratteristiche dell' Idrastina. A questo proposito non sarà fuor di luogo il premettere che la colorazione violetta che si svolge per mezzo del protocloruro di stagno dalla soluzione solforica dell' Idrastina, alla quale é stato aggiunto nitrato di potassio presenta questo di singolare: che cioé anche con molta acqua non scompare, mentre come é noto l' acqua in generale fa scomparire le colorazioni, che si svolgono dalle soluzioni solforiche degli altri alcaloidi trattate con sostanze reattive. Per accertarmi poi, se dette reazioni sono esclusive dell' Idrastina, trattai nello stesso modo e nelle medesime condizioni esposte per questa base, molti alcaloidi e principii attivi.

E quest' esame comparativo feci anche per vedere se questi ultimi in qualche fase di dette reazioni presentassero qualche particolarità atta a meglio caratterizzarli. Gli alcaloidi che sottoposi alle mie reazioni furono i seguenti:

Stricnina	Cinconidina	Papaverina	Brucina	Veratrina
Atropina	Codeina	Apomorfina	Delfina	Sparteina
Morfina	Narceina	Daturina	Delfinina	Emetina
Chinina	Narcotina	Giusquiamina	Cocaina	Berberina
Chinidina	Tebaina	Solanidina	Caffeina	Bebeerina
				Aconitina (1)

Fra i glucosidi cimentai colle stesse reazioni la Digitalina, e la Solanima. E fra i principii così detti amari, la Picrotossina, la Meconina, la Gialappina e la Cantaridina. Ma niuna di queste sostanze si comportó come l' Idrastina; per cui si puó conchiudere, che dette reazioni sono abbastanza ca-

(1) L' aconitina, come è noto, non possiede reazioni caratteristiche; non voglio quindi passar sotto silenzio una reazione di quell' alcaloide trovata dal signor Luigi Moschini farmacista a Fermo, quando ancora studente attendeva agli esercizii di Chimica Tossicologica nella Università di Bologna. Questa consiste nell' aggiungere all' alcaloide della soluzione solforica di permanganato di potassio (1:200, reattivo del Wenzel); il color verde della soluzione reattiva agitando con bastoncino di vetro scompare, ed è sostituito da una colorazione violetta, la quale scompare anch' essa coll' agitazione, per ritornare più viva quando si agiti con nuovo reattivo; arriva un momento, in cui la colorazione per aggiunta di reattivo diventa stabile: ma scompare immediatamente per aggiunta d' acqua.

ratteristiche, poiché non sono offerte dai principali alcaloidi e principî attivi, che più spesso si incontrano nei casi di veneficio, o sono somministrati come rimedi. Per quanto riguarda ai fenomeni speciali presentati da queste sostanze cimentate con quei reattivi, mi limiterò a dire che la Codeina sottoposta alla seconda delle reazioni presentò color rosso-mattone carico, quando dopo il trattamento con acido aggiunsi la soluzione alcolica di potassa, colorazione che passò al bruno caffè coll' acido solforico; la Narcotina pure nella 2.ª reazione, quando si aggiunge soluzione di potassa assume color rosso-aranciato, che coll' acido solforico passa al rosso-violaceo e coll' H_2O al rosso e poi al giallo; la Bebeerina nella prima delle reazioni prende color rosso-sangue per aggiunta di nitrato di potassa alla soluzione solforica, colore che passa al verde per aggiunta di protocloruro di stagno.

Prima di esporre le esperienze da me eseguite onde assicurarmi, se le reazioni da me proposte si possano sempre ottenere nelle condizioni delle ricerche zoochimiche e chimico-tossicologiche, stimo opportuno accennare ad altra reazione, che io credo di avere utilmente modificato e alla quale si potrà ricorrere con buon risultato, quando non faccia difetto la materia. Questa reazione è basata sull' azione della potassa caustica fondente sulla Idrastina: si forma acido protocatechico, le cui soluzioni col percloruro di ferro danno colorazione verde, e per aggiunta di potassa colorazione azzurra e poi rossa. Or bene ecco come si deve procedere onde ottenere bella questa reazione. Si aggiunge entro capsulina all' alcaloide solido un pezzettino di potassa caustica di un volume 5 a 6 volte maggiore di quello dell' alcaloide stesso e si scalda fino a fusione della potassa e sinché la massa abbia assunto color rosso; dopo raffreddamento questa si tratta con acido cloridrico fino a reazione decisamente acida; si dibatte il liquido con cloroformio, si evapora a bagno maria a secchezza la soluzione cloroformica e sul residuo si versa soluzione diluitissima di percloruro di ferro, il quale svolgerà una magnifica colorazione azzurra. Operando convenientemente, questa reazione si può ottenere anche da qualche milligrammo di base. Detta colorazione scompare per aggiunta di un acido e passa al rosso bruno per azione degli alcali.

V' hanno delle reazioni, le quali, se riescono splendide, allorché si praticano sugli alcaloidi puri, non più così nette, ma incerte ed equivoche sogliono manifestarsi quando vengono applicate ad alcaloidi estratti coi metodi ordinari da miscugli di sostanze animali recenti e peggio ancora se putrefatte. Queste reazioni riescono tanto più dubbie, quando vengono eseguite sopra soluzioni degli alcaloidi nell' acido solforico concentrato: e ancor più incerti sono i risultati, se per isvolgere i fenomeni cromatici queste soluzioni solforiche si debbono riscaldare. Mi interessava assicu-

rarmi, se quelle da me proposte potessero andar soggette a quest'inconveniente. A questo scopo mescolai gr. 0,03 di Idrastina in soluzione acetica a 300 grammi di carne equina, e sottoposi il miscuglio al metodo di ricerca degli alcaloidi di Stas modificato da Otto.

Il residuo dell' evaporazione della soluzione eterea finale, sottoposto alle mie reazioni, non presentò le relative colorazioni colla nettezza richiesta. Altrettanto mi accadde quando, per esportarla dall'estratto acquoso alcalizzato con bicarbonato di sodio, sostituì il cloroformio all'etere. Nè miglior risultato ottenni dalla ricerca dell' alcaloide in un' orina, alla quale avevo aggiunto la stessa quantità di alcaloide: anzi in questo caso le colorazioni riescirono ancora più dubbiose; del chè è facile a rendersi ragione, quando si rifletta che l' urina è un liquido, nel quale si trova allo stato di relativa concentrazione la massima parte dei numerosi prodotti di metamorfosi regressiva dell' animale organismo, fra i quali alcune *leucomaine* ed altre sostanze, dalle quali si riesce difficilmente a purificare gli estratti. Queste sostanze, allorquando si tentano le reazioni degli alcaloidi e specialmente quando si impiega come reattivo l' acido solforico concentrato, danno luogo a colorazioni brune, le quali impediscono di ottenere nette le colorazioni proprie di quei composti. In seguito a questi risultati pensai di arrecare al metodo di Stas qualche utile modificazione. Al bicarbonato di sodio sostituì l' idrato di bario e all' etere solforico l' etere di petrolio, il quale toglie per bene l' Idrastina dalle soluzioni alcaline e per nulla alle soluzioni acide. Fatti adunque evaporare a consistenza estrattiva *circa 500* di urina, alla quale avevo aggiunto 0,01 di Idrastina in soluzione acetica, esaurito il residuo con alcool assoluto, evaporai la soluzione alcoolica e ripresi l' estratto con poca acqua. Dibattei la soluzione acquosa acida con etere di petrolio; separato questo, alcalizzai con forte eccesso di idrato di bario, sottilmente polverizzato ed agitai di nuovo il liquido acquoso con altro etere di petrolio. La ragione della preferenza data all' etere di petrolio fu perchè questo solvente, oltre allo sciogliere bene la Idrastina specialmente se, come avviene nei casi di sua ricerca zoochimica o chimico-tossicologica, trovasi precipitata di recente, ha la proprietà di non sciogliere o di sciogliere assai meno degli altri veicoli le materie coloranti e i materiali di riduzione organica, che soglionsi rinvenire negli estratti acquosi delle materie animali. Infatti l' etere di petrolio, col quale avevo dibattuto l' estratto acquoso acido dell' urina, se ne separò quasi incoloro, e fu incoloro quello, col quale avevo agitato lo stesso estratto alcalizzato poi con barite. Inoltre il residuo dell' evaporazione della 2.ª soluzione eterea era incoloro e presentò, convenientemente trattato, le più volte ricordate reazioni della Idrastina. Ancor meglio si riesce nell' intento, quando si abbia l' avvertenza prima di procedere al riconoscimento dell' alcaloide, di trattare a lievissimo

calore il residuo con poca acqua acetica, di filtrare, alcalizzare di nuovo con barite, dibattere ancora con etere ed evaporare. Il nuovo residuo é allora affatto senza colore. L' etere di petrolio da me impiegato aveva la densità di 0,665 ed il punto di ebollizione fra 38° e 105°; la massima parte peró era bollente fra 38° e 70°. Era poi stato precedentemente agitato con soluzione di acido tartarico per privarlo di alcuni prodotti basici (piridine), che conteneva. Assicuratomi dei vantaggi, che questa modificazione arrecava al metodo volli assicurarmi, se realmente passa l' Idrastina alle urine.

Feci la ricerca di quella base in una urina di donna, alla quale l'alcaloide era stato somministrato per iniezione ipodermica, seguendo il metodo di ricerca ora descritto. Ottenni in modo splendido le mie reazioni, per cui non v' ha più luogo a dubitare dell' assorbimento dell' Idrastina e del suo passaggio alle urine.

In seguito a questi buoni risultati ottenuti coll' impiego dell' etere di petrolio in sostituzione degli altri solventi non miscibili all' acqua (etere solforico, cloroformio, alcool amilico), ai quali nelle ricerche tossicologiche si suol dare la preferenza, pensai, se non fosse util cosa il sostituirlo a questi ultimi anche nella ricerca di altri alcaloidi in esso solubili, specialmente, quando avvenga che si abbiano a ricercare in visceri putrefatti. Ed a questo pensiero fui condotto dalla speranza che l' etere di petrolio, il quale non esporta (o se ne esporta lo fa in misura quasi inapprezzabile) le cosí dette Leucomaine ed altri materiali di riduzione organica, facesse altrettanto a riguardo delle cosí dette Ptomaine e di altre sostanze, che si formano nella putrefazione delle sostanze animali. Intrapresi adunque alcune esperienze a questo scopo tanto più che il Selmi, mentre si é occupato ed ha parlato di ptomaine, da lui estratte da visceri putrefatti mediante l' etere, il cloroformio e l' alcool amilico, nulla dice di Ptomaine ottenute nelle stesse condizioni coll' etere di petrolio (1). Incidentalmente egli accenna all' uso dell' essenza di petrolio nella ricerca degli alcaloidi e glucosidi solo nel caso che l' etere ed il cloroformio, con cui gli estratti furono prima dibattuti nulla avessero ceduto ai medesimi (2). Il Dragendorff (3) parla dell' etere di petrolio, come di sostanza venefica e come solvente. A questo proposito nel suo metodo sistematico lo trova utile alla separazione di alcuni alcaloidi; ma nulla dice della sua singolare proprietà di darli in uno stato di grande purezza in confronto degli altri ordinari solventi.

---

(1) Enciclopedia di Chimica Scientifica ed industriale, Complemento e Supplemento. Volume III pagina 495 e seguenti — Selmi. Nozioni pratiche pel miglior modo di estrarre gli alcaloidi cadaverici.

(2) Nuovo Processo generale per la ricerca delle sostanze venefiche. Bologna 1875 Pagina 58.

(3) Dragendorff. Die Gerichtliche Chemische Ermittelung von Giften. Dritte auflage Göttingen 1888 Seite 119

Innanzi tutto ho voluto assicurarmi, se l'etere di petrolio oltre l'Idrastina eserciti il suo potere solvente anche sopra molti altri alcaloidi e specialmente su molti di quelli, che formano oggetto di ricerche zoochimiche o chimico-tossicologiche. Nel seguente elenco si trovano appunto gli alcaloidi, glucosidi e principî amari od attivi delle piante, che sono solubili in quel veicolo in una quantità di gran lunga superiore a quella, che suole trovarsi nei casi di veneficio.

Atropina	Veratrina	Narcotina	Digitalina
Daturina	Caffeina	Cinconidina	Licoctonina
Giusquiamina	Cocaina	Papaverina	Conina
Chinina	Pilocarpina	Delfinina	Nicotina
Stricnina	Aconitina	Emetina	Anilina
Brucina	Codeina	Tebaina	Lobelina
			Picrotossina (1)

La Pilocarpina, la Morfina, la Curarina non sono solubili nell'etere di petrolio. Della Morfina passano all'etere di petrolio piccole quantità, quando a vece di precipitarla con barite si impieghi a questo scopo l'ossido di magnesio. Il migliore dei solventi non miscibili all'acqua della morfina è l'etere acetico, che scioglie altresì traccie di Bebeerina e di Sabadillina.

Allo scopo di vedere, se l'etere di petrolio sciolga o no le Ptomaine ed altri principî della putrefazione, posi il 20 Maggio entro matraccio della carne di cavallo, degli albumi d'uova e dell'acqua. In altro matraccio posi la stessa quantità di quel miscuglio animale ed inoltre gr. 0,02 di Idrastina ed abbandonai il tutto a se in luogo, ove la temperatura oscillò fra i 20° e i 26° centigradi, fino al 10 Giugno. Trascorso questo termine, sottoposi il miscuglio putrefatto al metodo per la ricerca degli alcaloidi, da me descritto. L'estratto etereo finale ottenuto dal materiale putrefatto, al quale non avevo aggiunto Idrastina non lasciò residuo visibile. Lavato il fondo della capsula di vetro, nella quale era avvenuta l'evaporazione, con poca acqua acetica, filtrai e cimentai la soluzione, ridotta mediante lenta evaporazione a piccolissimo volume, coi reattivi generali più comuni degli alcaloidi cioè coll'acido tannico, col cloruro d'oro, col cloruro di platino, coll'acido picrico, coll'acido fosfomolibdico, col bicloruro di mercurio, col bromuro e solfato d'oro. Di tutti questi reattivi solo il joduro di potassio jodurato produsse un lievissimo intorbidamento, intorbidamento, che non si manifestò nello stesso liquido, alquanto meno concentrato D'altra parte è noto quanto sia sensibile quel reattivo e con quanta facilità

(1) L'Etere di Petrolio scioglie in quantità notevole la Picrotossina, purchè si trovi in liquidi neutri o acidi, non la scioglie se i liquidi sono alcalini.

esso intorbidi i liquidi più svariati. L' estratto etereo finale del miscuglio, al quale avevo aggiunto l' Idrastina, mi lasciò mediante evaporazione un residuo incoloro, dal quale ottenni brillantissime le reazioni di questa base. Questa esperienza è inoltre una prova ulteriore della resistenza dell' Idrastina alla putrefazione, per 3 settimane almeno.

Trovandosi in laboratorio un materiale putrefatto di data antica cioè degli albumi d' uova, che il compianto Prof. Selmi pose a putrefare fino dal 1881, me ne valsi onde accertarmi, se in esso si contenessero delle Ptomaine od altri prodotti della putrefazione trasportabili dall' etere di petrolio. Il metodo seguito fu lo stesso già descritto ed il risultato affatto identico a quello ottenuto dalla ricerca eseguita sul materiale putrefatto di recente data.

Dunque per la ricerca degli alcaloidi nei miscugli animali recenti e putrefatti si dovrà sempre preferire fra i solventi non miscibili coll' acqua l' etere di petrolio come quello che non scioglie materie coloranti e prodotti di riduzione organica, capaci di indurre in equivoco o di mascherare le reazioni degli alcaloidi stessi. Ben inteso che esso non può applicarsi che a quelli che vi sono solubili, i quali però sono in maggior numero. Per ottenere ottimi risultati, ottenuto il primo estratto etereo dall' estratto acquoso alcalizzato fortemente con barite, è bene evaporare a secco, riprendere il residuo con acqua acetica, filtrare, alcalizzare di nuovo con barite, esaurire ancora con etere, evaporare a secco la soluzione eterea, e trattare una ultima volta con acqua acetica; questa soluzione filtrata ed evaporata a frazioni a secchezza entro piccole capsuline, servirà per ottenere le reazioni generali e specifiche degli alcaloidi. Oltre ai citati vantaggi nell' impiego dell' etere di petrolio a preferenza dell' etere solforico, del cloroformio e dell' alcool amilico, si ha anche quello dell' economia, essendo il prezzo del primo di confronto con quello degli altri molto più esiguo.

PENSIERI SULLA METAMORFOSI

E

SULLA IDIOMORFOSI PRESSO LE PIANTE VASCOLARI

MEMORIA

del Prof. FEDERICO DELPINO

(Letta nella Sessione del 29 Novembre 1891).

§ 1. Organi metamorfici presso la *Camellia japonica.*

Alcuni studi testé fatti sugli organi che costituiscono la perula e i fiori di *Camellia* japonica (1), dai quali mi è parso dover concludere che i medesimi non sarebbero propriamente fiori ma infiorescenze contratte, e che l'androceo non sarebbe altro che una monadelfia di cinque ad otto infiorescenze maschili nude monopodiali politomiche, nate all'ascella dei petali, misero in rilievo caratteri tali nei rispettivi sepali e petali da presentarmi sotto un nuovo aspetto la dottrina della metamorfosi, e da farmi constatare la sua insufficienza a spiegare la genesi di alcuni fillomi straordinariamente trasformati.

Ciascun asse fiorifero di *Camellia*, spogliato che sia dell'androceo, il quale, secondo la teoria della pseudanzia, rappresenta individualità maschili di secondo e terzo ordine, rimane evidentemente (fatta quest'ablazione) un individuo semplicissimo di sesso femminile. Esso è dalla base all'apice vestito da fillomi, metamorfici tutti, di quattro categorie; cioè di poche squame che formano una perula, di cinque sepali, di altrettanti petali e di tre carpidii.

Nulla è da notare quanto ai carpidii che per forma e funzione convengono assolutamente coi carpidii di tutte le altre angiosperme.

Preziosi dati invece emergono dallo studio comparativo delle squame, dei sepali e dei petali.

Quanto ai caratteri morfologici delle squame perulacee di *Camellia*,

(1) *Pseudanzia di Camellia e di Geum* nel periodico « Malpighia » Anno V. fasc. III.

bisogna premettere che, in tesi generale, passando a rassegna i diversi casi di perule nelle piante legnose angiospermiche, si danno due categorie di squame; le une, che si possono chiamare fogliacee, perchè sono o sembrano una diretta metamorfosi della lamina di foglie vegetative e ne conservano in parte i caratteri, salvo gli adattamenti alla loro novella funzione; le altre, che si possono chiamare guainali o stipolacee, perchè sono o sembrano una diretta metamorfosi, non di tutta la foglia, ma soltanto della regione guainante o stipolare; e sovente in quest' ultima l'apice è terminato da un mucrone od apicolo che rappresenta il rudimento d'una lamina abortita.

Ciò premesso, resta aperta la questione: nel genere *Camellia* le squame della perula, considerate morfologicamente approssimerebbero la natura guainale o la natura fogliacea?

Ponendo mente alla emarginatura del loro apice ed alla emersione d'un mucrone dal seno della emarginatura (V. Fig. 1ª), si presenta a prima vista l' idea che si tratti veramente di squame guainali; tanto più che la loro nervatura, per l'assenza d'ogni predominio d' un nervo medio, e per un sistema d' anastomosi al tutto differente, è troppo diversa da quella delle foglie vegetative di *Camellia*.

Malgrado queste ragioni ritengo decisamente le squame di *Camellia* come fogliari e non guainali, per due gravissimi motivi. In primo luogo perchè le foglie vegetative, non solo nel genere *Camellia* ma eziandio nei generi affini mancano affatto di stipole e di guaine. In secondo luogo perchè, se si accordasse ad esse una natura diversa dalla fogliacea, si sarebbe condotti, per quel che dirassi in seguito, a dover ammettere evoluzioni affatto impossibili ed assurde. La loro nervatura diversa poi e la espansione alata, per cui il loro vertice si rende emarginato e mucronato, le spiego come due adattamenti alla loro funzione.

In confronto coi caratteri morfologici e biologici delle squame, rileviamo per gli organi del calice, 1° dimensioni maggiori sempre in aumento dall' infimo al supremo sepalo; 2° le ale marginali diventate più larghe, trasparenti e scariose; 3° lamina più sottile e delicata; 4° resistenza notevole al distacco, mentre il più lieve urto basta a disarticolare e far cadere le squame (V. Fig. 2ª).

E per gli organi della corolla rileviamo; 1° dimensioni massime, eguali però per tutti e cinque i petali; 2° colorazione vivacissima; 3° adelfia basale

---

Spiegazione della figura 1.ª - *a*, Squama delle infime; *b*, squama delle medie; *c*, squama superiore (di *Camellia japocnia*).

coll' androceo (mentre i sepali sono tutti liberi, ad eccezione del supremo che spesso presenta un inizio d' eguale adelfia); 4° eliminazione completa dell' ala marginale.

Ma (singolarissimo fenomeno!) tanto nei sepali, quanto nei petali, si rileva quella identica emarginatura apicale, e quell'identica emersione d'un mucrone dal seno della medesima, quali abbiamo rilevato nelle squame della perula. Si osserva altresì una identica nervatura.

Dopo ciò parrebbe ovvia la conclusione, per quanto strana, che nella *Camellia japonica*, così i sepali che i petali sarebbero una immediata metamorfosi delle squame perulacee.

E cosifatta conclusione sembrerebbe sempre più avvalorata, ove si passino a rassegna tutti i suaccennati fillomi, dall' infima squama al petalo supremo; perché allora sarà facile rilevare tutti i gradi di catenaria transizione dalle squame ai sepali, dai sepali ai petali. Infatti:

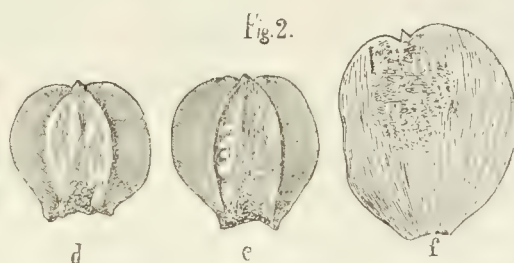
1°, le tre squame più alte cominciano già a sviluppare un principio dell' ala marginale diafana, caratteristica dei sepali;

2°, i due sepali inferiori conservano ancora un poco del colore verdognolo delle squame; di più hanno ancora un residuo della macchia ferruginea marginale, caratteristica delle squame;

3°, nel terzo, quarto e quinto sepalo cessano le macchie ferruginee marginali, e cominciano a comparire delle strie petaloidi;

4°, in molti fiori il quinto sepalo è petalizzato affatto (Fig. 2ª, *f*.), e possiede anche un principio di adelfia alla base; in altri fiori poi per la sua metà posteriore conserva tutti i caratteri di sepalo, e per la metà anteriore è privato d' ala e petalizzato.

Si aggiunga a tutto ciò che la fillotassi quincunciale corre inalterata dalla squama infima al supremo petalo; in guisa tale da giustificare la presunzione che nei fiori di *Camellia* tanto i sepali quanto i petali siano una metamorfosi (progressiva) di squame perulacee, non già di foglie vegetative, o di brattee, o di stami.

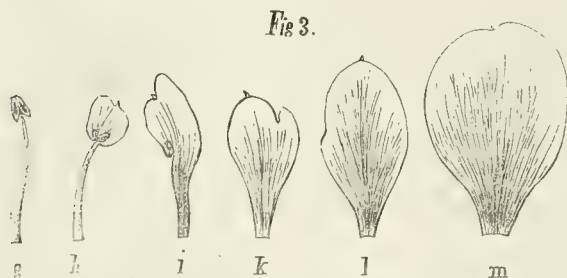
Ma se questa tesi fosse conforme al vero, noi saremmo dinanzi a un fenomeno unico nella giurisdizione delle angiosperme; e infatti non ci soccorre altro esempio d' una metamorfosi consimile; tantoché la famiglia delle Camelliacee sarebbe caratterizzata già sufficientemente da questo carattere eccezionale.

Spiegazione della figura 2ª. - *d*, Sepalo infimo; *e*, sepalo medio; *f*, sepalo supremo, affatto petaloide (di *Camellia japonica*)

È noto che il calice può avere diverse origini. Nel genere *Helleborus* apparisce come una ulteriore (ascendente o progressiva) elaborazione di brattee guainali. Nei generi *Rhodotypus*, *Rosa*, *Cydonia* apparisce come una immediata elaborazione di foglie vegetative. Nei generi *Alisma* e *Tradescantia* invece sarebbe una metamorfosi discendente o retrograda di petali perigoniali. Nelle Camelliacee (unico esempio!) procederebbe da metamorfosi di squame perulacee.

Variano pure grandemente le origini delle corolle. Potremo citare molti esempi di petali provenienti da metamorfosi (progressiva o ascendente) di foglie, di brattee e di sepali. Nè mancano esempi di petalizzazioni retrograde ossia discendenti dagli stami; tali sarebbero i petali di *Atragene,* i petalonettarii di *Helleborus*, *Ranunculus, Aquilegia.* L'esempio più istruttivo di siffatta metamorfosi ci è dato dai fiori di *Nymphaea*, ove dagli stami più espliciti ai petali più dichiarati discende un numero grande di forme intermedie. Nelle sole Camelliacee si avrebbe l'esempio di una corolla proveniente da squame perulacee.

Questa ipotesi sarebbe, più che altro, una pura espressione delle apparenze dei fatti; ma i fatti vogliono essere profondamente investigati e rettamente interpretati. Ora contro l'assoluta e definitiva accettazione di detta ipotesi insorgono difficoltà non lievi.

In primo luogo si affaccia alla mente il quesito: le forme archetipe da cui discese il genere *Camellia*, viventi nel tempo anteriore alla succitata ipotetica metamorfosi, avevano o non avevano fiori muniti di corolla? Se no, l'ipotesi è più conforme al vero; se si, l'ipotesi è meno precisa, e vorrebbe essere rettificata coll'ammessione non di una metamorfosi propriamente detta, ma di una traslazione dei caratteri biologici proprii della funzione vessillare da una ad altra categoria di organi.

Se nonché ad oscurare vieppiù la dottrina delle metamorfosi, in questo stesso genere *Camellia*, insorge lo strano caso teratologico dei fiori semidoppi, dove l'androceo si scioglie in gruppi separati, e dove in ciascun gruppo si avvera graduale trasformazione basipeta di stami in petali. I punti più saglienti di questa metamorfosi sono esposti nella figura 3ª, dove *g* rappresenta uno stame conservatosi normale; *m* uno stame completamente metamorfizzato

Spiegazione della figura 3ª. - Varii gradi di retrogressione di stami in petali in un fiore semidoppio (di *Camellia japonica*).

in petalo; *h*, *i*, *k*, *l*, quattro forme intermediarie, delle quali la più spettabile come eziandio la più frequente è quella segnata colla lettera *h*, dove in cima ad un filamento subnormale trovansi due rudimenti di loggie anterali, separati da un connettivo espanso in una laminetta orbicolare.

Fin qui nulla di sorprendente. Ciò che sorprende si è che tutti quanti gli stami metamorfizzati, da quelli che, come la forma *h*, presentano un principio di metamorfosi, a quelli che subirono una metamorfosi completa, giusta la forma *m*, possiedono senza eccezione un apice emarginato o per lo meno ottuso, da cui parte il caratteristico mucrone perulaceo. È chiaro che essi subirono la identica metamorfosi a cui soggiacquero gli organi del calice e della corolla.

Ma si dovrà perciò asserire che detti stami teratologici siano una metamorfosi di squame perulacee? E come si potrebbe asserir questo, se gli stami nella loro propria intrinseca costituzione sono forme assai più antiche d' ogni perula, d' ogni calice, d' ogni corolla?

Intanto essi sono evidentemente sede ad un tempo di due diverse metamorfosi, una delle quali perulacea, l' altra petaloide. E poichè due diverse metamorfosi implicano necessariamente alcuni caratteri più o meno discordanti e repugnanti ne consegue che siffatti organi sono in certo qual modo forme paradossali (1).

Per tutto ciò che siamo venuti esponendo in questo paragrafo pare a noi che uno studio approfondito degli organi florali di *Camellia*, così dei normali che degli abnormi, renda palesi alcuni punti deboli della dottrina della metamorfosi, la quale non basta a rendere ragione di tutti gli svariati e capricciosi sviluppi degli organi nelle angiosperme.

Per il che siamo indotti a tentare nuovo sentiero e a proporre una teorica, che, nello stesso tempo in cui dispiega maggiore idealità, meglio si adagia alla realtà dei fatti.

Premettiamo che i fillomi non sono, sotto il punto di vista architettonico, organi a sè, bensì una delle due regioni dei veri organi strutturali delle piante superiori che sono i meritalli; le matrici dei quali sono altrettanti segmenti di una cellula (apicale maestra). Questi meritalli si svolgono in due regioni, una fillopodiale e adelfica, la quale sommata colle circonvicine forma i cosidetti organi assili (internodii, cauli, rami, talami ecc.); l' altra emergente e libera la quale è un filloma (2).

---

(1) Forme organiche paradossali sono frequentissime, se non in tutti, certo in gran parte dei casi teratologici; e forse è questo uno dei motivi per cui tante volte, a risolvere questioni morfologiche, il criterio teratologico mostrasi insufficiente.

(2) Queste tesi a me sembra che non debbano essere ulteriormente messe in dubbio dopo i nostri studii sulla fillotassi; ma tempo ci vorrà prima che siano generalmente riconosciute ed accettate.

I fillomi adunque dipendono dagli anzidetti segmenti della cellula apicale, indubitatamente quanto alla loro ordinazione intorno agli assi, e razionalmente anche quanto alla potenzialità di tutti i loro caratteri che svilupperanno allo stato adulto.

Che nome daremo a queste potenzialità? Carlo Darwin le ha chiamate gemmule. Io le chiamerei caratteri potenziali o germinali. Col nome di gemmule si esprime l'aspetto materiale e passivo del fenomeno; col nome di caratteri potenziali o germinali se n'esprime l'aspetto attivo e dinamico.

Come accade per i germi macroscopici, così accader deve di queste invisibili potenzialità. Le cellule cioè o i primordii cellulari che le racchiudono sono dapprima indifferenziati ed assai uniformi. In seguito, quando ne comincia e ne prosegue lo sviluppo (procedente di pari passo coll'incremento), cominciano e proseguono le differenziazioni specifiche nelle cellule e nei tessuti così dei fillopodii che dei fillomi, differenziazioni che si vanno sempre più sviluppando fino a tanto che gli organi pervengano allo stato adulto.

Organi adulti e scelti fra i più diversificati è certo che si sono svolti da primordi che poco o punto tra loro diversificavano, nella stessa guisa che una quercia o un pioppo provengono da oosfere fecondate poco o punto distinguibili l'una dall'altra. Ma di questa nuova teoria meglio e più diffusamente diremo in seguito.

§ 2. Dottrina della metamorfosi.

Fra tutti gli organi delle piante nessuno ve ne ha che sia più plastico e malleabile del filloma. La sua variabilità sotto tutti gli aspetti, delle dimensioni cioè, delle forme, delle funzioni, quasi si può dire non ha limiti. Così per certo i fillomi sono gli organi più mirabili che offerir possa l'uno e l'altro regno organico. Ed appunto cosifatta plasticità e malleabilità dischiude la porta alla teoria della metamorfosi. La natura vegetabile ha fatto coi fillomi tutto ciò che ha voluto; integumenti per proteggere le parti tenere dell'organismo; spine per difenderle; viticci e fulcri per elevare gracili fusti; nettarii per attirare animalcoli pronubi e formiche guerriere; carceri per imprigionare temporariamente mosche e moscherini; vessilli per diriggere l'azione di animalcoli pronubi e disseminatori; trappole per uccidere animali e stomachi per digerirli; magazzini di sostanza nutritiva; cisterne idrofore ecc.

Una mente eccelsa e geniale gittò le fondamenta della dottrina della metamorfosi. Goethe dimostrò la omologia dei sepali, dei petali, degli

stami e dei carpidii colle foglie vegetative. Ma come suole accadere per gl'inventori di nuove dottrine, esso non vide che un limitato aspetto della metamorfosi, e nel suo modo di vedere molto vi é d'incompleto e di erroneo.

Credendo che per necessità fatale la foglia vegetativa si affinasse in sepali, questi in petali, i petali in stami e gli stami in carpidii, cotal successione d'organi che in tante e tante diverse piante si riproduce e ripete, egli la teneva in conto d'un'arcana legge naturale, legge di progresso e perfezionamento.

Ora questa legge é affatto imaginaria, e se in tante piante ebbe luogo la identica successione di fillomi calicini, corollini, maschili e femminei, ció é dovuto alla cooperazione di due grandi e reali leggi naturali, che sono: 1° la divisione del lavoro fisiologico, giusta la quale vengono ad essere equiparati il numero e l'ordine degli organi al numero e all'ordine delle funzioni; 2° la legge teleologica ed utilitaria, giusta la quale le cose dovevano essere cosi disposte e non altrimenti.

E infatti: non deve il calice occupare un ciclo esterno, se la sua funzione si esercita prima di quella degli organi piú interni; e se la medesima consiste per l'appunto nel proteggere gli organi interni? Non deve la corolla venir subito dopo se il suo ufficio é quello di attirare i pronubi per attuare la staurogamia? Non devono gli stami precedere i carpidii, se le loggie polliniche rappresentano un punto di partenza e gli stimmi un punto di arrivo?

Ma se, per mutate condizioni di ambiente, si fosse palesata la convenienza di una successione diversa, certamente la natura avrebbe disposto un ordine di fenomeni invertito e congruamente modificato. A pronubi viventi subentra il vento? Ecco scomparire un ciclo metamorfico, la corolla. Non occorre protezione agli organi sessuali? Ecco scomparire, nei fiori nudi, altro ciclo metamorfico, il calice. Conviene in casi speciali, la scissione dei sessi? Ecco in alcuni fiori scomparire il gineceo, in altri l'androceo.

Ma non soltanto la metamorfosi degli organi florali sono soggette alla gran legge teleologica ed utilitaria. Tutte quante le infinite metamorfosi che possono essere assunte dai fillomi (e medesimamente dai caulomi, dalle radici, dall'emergenze) si trovano sotto la incessante disciplina di detta legge. Questa tesi é tanto vera che non occorre citare altri esempi, né insistervi sopra.

Questo é il punto di vista generale della dottrina della metamorfosi. E, se ben si riflette, il breve ciclo delle variazioni florali, non é che una piccola parte d'un fenomeno estesissimo.

La distinzione poi di metamorfosi progressive e retrograde non deve

avere che un valore molto relativo e ristretto, e noi veramente non le riconosciamo qualche validità se non che in alcuni casi che sono illuminati sufficientemente sia dalla dottrina filogenetica, sia da interposizione di organi intermediarii.

Un lucido caso di metamorfosi progressiva o ascendente o acropeta fra mille esempi citiamo la formazione delle spine nei virgulti di *Berberis*. Questo genere senza dubbio discende da forme ataviche non spinose, storicamente anteriori alla data di siffatta metamorfosi.

Come esempio poi di metamorfosi retrograda o discendente o basipeta, valga il già citato caso dei petali di *Nymphaea*, i quali sarebbero una modificazione degli stami inferiori. Senza dubbio le forme archetipe, da cui discese tal genere, o non avevano petali, o erano muniti di petali di altra origine.

Parlando in genere, ogni metamorfosi è un fenomeno storico, comparso in un dato punto dello spazio e del tempo, e che può essersi riprodotto poi in molti altri luoghi e tempi sovra forme affini o sovra forme d'affinità remota. Se ripetesi sovra forme affini è un caso di atavismo; ma se si riproduce in organismi non affini è un fenomeno affatto indipendente da leggi ereditarie; è una mera coincidenza comparabile ad una stessa idea che si presenti a due persone le quali non ebbero tra loro la minima comunicazione.

Le diverse metamorfosi degli organi omologhi (nel nostro caso fillomi) essendo un fenomeno storico, per dilucidare come si conviene la relativa dottrina, è necessario trattare l'argomento della precedenza, della successione, della concatenazione loro.

Già abbiamo accennato l'errore di quelli che la concatenazione e successione di foglie vegetative, sepali, petali, stami, carpidii, la credettero espressione d'una legge naturale di affinamento, di perfezione, di sublimazione. A ripudiarla basta il riflesso che gli stami e i carpidii sono forme di gran lunga più antiche dei sepali e dei petali.

Per trattare colla dovuta estensione quest'argomento ci proporremo di studiare e discutere la origine e l'anzianità delle seguenti e più saglienti sorta di organi omologhi: cioè foglie vegetative, cotiledoni, squame perulacee, brattee, sepali, stami, carpidii, spine, viticci, fulcri, ascidii.

A quale tra queste dodici sorta di fillomi spetta il vanto della proterotipia? quale di queste, sotto il punto di vista storico, ebbe la precedenza sulle altre?

Quando si dice « organo metamorfico », si presuppone la esistenza di un organo di cui esso è la trasformazione. Ora questa esistenza è puramente ideale, ovvero è o fu una realtà?

Ecco le prime scabre questioni che si affacciano e che vogliono essere risolte.

La limitata occorrenza (che in ordine decrescente notiamo) dei sepali, dei petali, delle brattee, delle squame, delle spine, dei viticci, dei fulcri, degli ascidii, esclude che questi organi possano essere considerati come prototipici e primigenii.

Restano a considerarsi gli organi che nelle specie angiospermiche hanno generale occorrenza; cioè 1°, foglie vegetative; 2°, cotiledoni; 3°, stami; 4°, carpidii. E veramente la questione debbe essere dibattuta tra queste quattro sorta di organi.

Se ben si riflette, tutte quattro sono certamente eguali in antichità se noi le consideriamo nelle specie (angiospermiche); ma non sono eguali considerandole negl'individui. Infatti ogni specie fu ed è munita di cotiledoni, di foglie vegetative, di stami e di carpidii. Ma considerandole negli individui, si vedono sorgere da prima i cotiledoni, poi le foglie vegetative poi gli stami e i carpidii. Si debbono escludere perciò dalla prototipia e precedenza i fillomi sessuali.

Restano i cotiledoni e le foglie vegetative. Sono i cotiledoni mutazioni di foglie vegetative o viceversa?

I cotiledoni nella maggior parte dei casi sono organi determinati dalla funzione di immagazzinamento di sostanze nutritive. Le foglie vegetative invece sono determinate dalla funzione amilogena. L'una funzione si riferisce alla nutrizione dell'embrione, cioè è assai passeggiera; l'altra funzione invece è generalissima e si riferisce a tutto il tempo della vita in ogni singolo individuo; anzi produce anche la sostanza che s'immagazzina nei cotiledoni.

Sotto quest'aspetto le foglie vegetative hanno la preminenza, e i cotiledoni, in quanto che immagazzinano una sostanza da essi non prodotta, ben possono essere considerati come metamorfosi di foglie vegetative (1).

Ma non sempre i cotiledoni servono di deposito di sostanza nutritiva; spesso hanno anch'essi la funzione amilogena. In questo caso cessa la metamorfosi; esse sono genuine foglie di vegetazione cioè niente altro che le prime foglie emesse dalla pianticella nascente. Adunque sempre più è confermato che l'unica categoria di fillomi da potersi considerare come prototipici e primigenii sono le foglie di vegetazione.

Perciò nella stessa maniera che i cotiledoni crassi e senza clorofilla vogliono essere considerati come una metamorfosi di foglie vegetative determinata dalla funzione di riserva o tuberosa, così gli stami e i carpidii possono essere considerati come metamorfosi di foglie vegetative, determinate l'una dalla funzione maschile, l'altra dalla funzione femminea.

---

(1) Carlo Nägeli assumeva che i cotiledoni non fossero fillomi ma produzioni talloidi: opinione affatto strana ed insostenibile.

Queste conclusioni stanno in piena armonia colla storia dello sviluppo delle piante superiori. Risaliamo alle forme archetipe d'un pteridofita eterosporeo ed eterofillo (forme estinte, intravviste dalla contemplazione teorica, d'altronde non molto distanti dalle attuali selaginelle). La pianta germinante svolge dapprima foglie di vegetazione (la prima o le due prime possono essere ragguagliate ai cotiledoni), poi foglie vegetative microsporofore (ossia metamorfizzate in stami), foglie vegetative macrosporofore (ossia metamorfizzate in carpidii).

E, quanto ai carpidii, le conclusionl stesse avrebbero una splendida dimostrazione nei fillomi femminei di *Cycas,* la cui diretta metamorfosi da foglie vegetative é dimostrata dai rudimenti delle pinne fogliari amilogene.

Finalmente si aggiungono tanto frequentemente le prove teratologiche. Infatti nelle cloranzie e nelle antolisi niente di più frequente che di constatare negli stami e sopratutto nei carpidii la eliminazione completa dei caratteri sessuali, e la ripresa di tutti i caratteri proprii di foglie e laminette vegetative.

Questa preminenza e proterotipia delle foglie di vegetazione sarebbe manifestata pure in una gran parte degli altri casi di fillomi metamorfici. Le spine di *Berberis* e di *Xanthium spinosum* sembrano una diretta metamorfosi di foglie vegetative; così i viticci delle viciee, della *Cobaea scandens*, delle Bignoniacee; gli ascidii di *Dischidia* e di *Cephalotus*, delle sarraceniacee ecc.

Adunque tutti codesti fatti potrebbero tendere a corroborare la ipotesi che i fillomi metamorfici provengono tutti quanti, almeno nelle prime origini, da mutazioni di foglie vegetative, con metamorfosi determinata dalla grande legge naturale teleologica o utilitaria; associandovisi spesso altre leggi, quella per esempio della divisione del lavoro e quella del risparmio di materia, di tempo e di forza; tuttavolta peró che queste due leggi, di secondaria importanza, si trovino, nei speciali casi, in concordanza e non in discordia colla suprema legge teleologica (1).

Abbiamo detto che i fillomi metamorfici discendono da forma vegetativa, almeno quanto alle prime origini. E la dottrina della metamorfosi sarebbe incompleta se non si dilucidasse questo punto.

Giova distinguere metamorfosi immediate, ossia di primo grado; e metamorfosi mediate, di secondo e di terzo grado, e, forse in alcuni casi, perfino di quarto grado.

---

(1) Giova ben penetrarsi della verità di questa tesi, ove si voglia bene valutare e intendere la natura degli organismi. La divisione del lavoro riesce quasi sempre utile, e ben se ne intende la ragione; ma qualche volta, in casi specialissimi, giova invece la confusione del lavoro; ed ecco che allora tal confusione si vede infatti adottata. Quasi sempre riesce di grande utilità il risparmio di materia; ma qualche volta riesce utile lo sperpero, ed ecco che allora lo sperpero è adottato. Si pensi alla pioggia di zolfo dei boschi che ha ben le sue ragioni.

Per metamorfosi di primo grado, intendiamo tutti quei casi dove i fillomi colpiti dalla metamorfosi deriverebbero immediatamente da mutazione di foglie vegetative. Tali sono quasi sempre le squame, le spine, i viticci, le brattee, parecchi casi di calici, corolle ecc.

Per metamorfosi di secondo grado intendiamo tutti i casi di fillomi metamorfici, che procederebbero non direttamente da foglie vegetative, ma da fillomi pur essi già affetti da altra metamorfosi. E dato che questi ultimi a loro volta procedano da altri fillomi già pur essi metamorfici, la metamorfosi sarà di terzo grado; e sarà di quarto grado quando, in analoga guisa, si complichi vieppiù la provenienza. È necessario nei singoli casi ben discernere gli anzidetti gradi di metamorfosi. Questo punto merita di essere chiarito con alcuni esempi.

Nel genere *Aquilegia* il perigonio presuppone una metamorfosi di terzo grado i cui termini sono: 1°, foglie vegetative; 2°, brattee; 3°, sepali calicini; 4°, sepali petaloidei.

E nello stesso genere i petalonettarii accennano a metamorfosi di secondo grado, i cui termini sono: 1°, foglie vegetative; 2°, stami; 3°, petalonettarii.

Dappoiché nei fiori presso la maggior parte delle piante la legge della divisione del lavoro, agendo uniformemente anche sovra organi diversi, ha prodotto, dall'esterno all'interno, due separati cicli periantici, il calice cioè e la corolla, la quasi totalità dei fitologi mostra di essere nella opinione, aperta o tacita, che nelle piante omologhi siano tutti i calici, e omologhe tutte le corolle. Niente di più erroneo.

Il calice nelle Malvacee è un involucro. Dunque ha per termini; 1°, foglie vegetative; 2°, brattee.

Negli *Helleborus* il calice ha per termini: 1°, foglie vegetative; 2.° brattee; 3°, sepali.

Nelle Rosacee semplicissimo è il calice ed ha per termini: 1°, foglie vegetative; 2°, sepali.

Nelle Crucifere il calice *interno* ha per termini (con tutta probabilità, come è suggerito dalla comparazione coi fiori di *Dielythra* e di *Epimedium*); 1°, foglie vegetative; 2°, stami; 3°, petalo-nettarii; 4°, sepali (interni).

Nel genere *Tradescantia* il calice ha per termini; 1°, foglie vegetative; 2°, filli perigoniali; 3°, sepali.

Ecco cinque generazioni di calici al tutto diverse; e veggasi da ciò se tutti codesti calici possono essere omologhi.

Nè meno frequenti sono le differenze tra corolla e corolla.

La corolla nelle Malvacee, Rosacee ecc. implica (a nostro avviso) i seguenti termini; 1°, brattee (verisimilmente); 2°, petali (doppii).

Nelle Magnoliacee invece implicherebbe i seguenti passaggi; 1°, foglie vegetative; 2°, sepali; 3°, petali.

Nel genere *Atragene* la corolla implica i termini; 1°, foglie vegetative; 2°, stami; 3°, petali. E cosí pure, per quello che a noi pare, la corolla e i petalo-nettarii delle Ranuncolacee, Berberidee, Papaveracee, Crucifere ecc.

Ma fra tutte ben singolare é la corolla nel genere *Camellia*, perché é passata sotto una curiosa trafila, implicante i termini seguenti: 1°, foglie vegetative; 2°, squame perulacee; 3°, sepali; 4°, petali.

Noi abbiamo fin qui illustrato nel miglior modo la grande ipotesi della metamorfosi, ossia della riducibilità di tutti i fillomi metamorfici a un filloma vegetativo originario; e veramente in molti casi, chiariti sia da plausibile filogenesi sia da organi di transizione interposti, la ipotesi sembra che risponda completamente al vero; ma in numerosi altri casi si desidera una più soddisfacente dimostrabilità; anzi sovente insorgono contro essa insolubili difficoltà e contraddizioni. E allora si sente il bisogno di una teoria più generale e più vera.

§ 3. Dottrina della idiomorfosi.

Non sempre nei fillomi la metamorfosi segue un regolare processo ascendente o discendente. Spesso le trasformazioni sono saltuarie nelle guise più bizzarre e svariate; e allora producono forme paradossali, che non si possono soddisfacentemente spiegare colla dottrina della metamorfosi.

Cotali forme paradossali occorrono in grande numero presso i tanto frequenti fiori doppi, semidoppii o altramente mostruosi. Ma occorrono talvolta ancora in individui normali, e anzi implicano caratteri di dignità specifica e persino generica.

La funzione vessillare investe, in ogni fiore, nel genere *Polygala* due sepali, nel genere *Mussaenda* un sepalo, e li trasforma in organi amplificati, vivamente colorati. Come si considerano questi organi, sepali o petali? Nei due generi i petali veri sono altrove locati, cioè nel posto solito. Ecco una spostazione di caratteri ed organi paradossali, giacchè per la posizione sono sepali, per tutti gli altri caratteri sono petali; qualche cosa di analogo a denti nati fuori di posto, di cui non mancano esempi tra i mammiferi.

La stessa metamorfosi investe o brattee singole (molte *Salviae* e *Acantacee*); o involucri (*Buginvillea, Helichrysum*, *Astrantia* ecc.); o foglie di vegetazione (*Poinsettiae* spec.); o stami (*Atragene, Neptunia plena, Nymphaea*), e produce altrettante forme più o meno paradossali. Non sempre

la dottrina della metamorfosi riesce a renderne ragione, mentre la teorica della idiomorfosi con facilità le spiega.

Suppongasi (e non é un caso impossibile) che, presso una infiorescenza mostruosa, in alcune brattee più o meno modificate si fossero verso l'apice sviluppati rudimenti di loggie polliniche, non sapremmo come la dottrina della metamorfosi potrebbe spiegare questo fatto. Ma per la dottrina della idiomorfosi non si tratterebbe di altro che di una spostazione di caratteri.

Molti casi teratologici espongono fillomi che in basso portano ovuli, in alto loggie polliniche. Che organi possono essere per la dottrina della metamorfosi: stami? carpidii? Ecco una forma paradossale facilmente spiegata dall'idiomorfosi, che contempla non la mutazione degli organi, ma la spostazione di caratteri, in seguito a una speciale idiosincrasia insita negli organi stessi.

Questa teorica della idiomorfosi si é imposta alla nostra mente ponderando i fenomeni strani che abbiamo rilevato nei fiori di *Camellia.*

Abbiamo veduto che la natura di squame perulacee si estende ai fillomi del calice e della corolla. Passi per il calice, perché avendo una funzione molto simile a quella della perula, la forma delle squame si prestava facilmente a costituire i sepali. Ma per la corolla riesce affatto strano lo accoppiamento delle due nature, perulacea e petaloide. I petali di *Camellia* sono forme paradossali.

Ma questo é niente rispetto al fenomeno presentato dai fiori semidoppi. Scegliamo fra gli stami degenerati in petali quelli dove la degenerazione é giunta al massimo grado, e confrontiamoli coi veri petali. Or bene: *non vi é differenza.*

È impossibile che di questa somiglianza possa dare ragione la teoria della metamorfosi; perché dei due petali, di diversa origine e tuttavia non distinguibili, l'uno sarebbe passato per la trafila seguente; foglie di vegetazione, stami, petali; e l'altro per questa diversa trafila, cioé foglie di vegetazione, squame perulacee, sepali, petali. Ora é manifesta impossibilità che trafile tanto diverse possano riuscire ad organi d'identica forma.

L'unica spiegazione possibile pare a noi che sia data dalla teoria della idiomorfosi.

Se la teorica della metamorfosi presuppone un filloma prototipico, da cui tutte le altre forme siano direttamente o indirettamente derivate, la teorica che qui difendiamo sopprime completamente cotal filloma tipico, e di più nega che un dato filloma possa essere la trasformazione d'un altro filloma qualsiasi.

Essa sopprime la metamorfosi. E con piena ragione può dire: se si ha per metamorfico un filloma investito dalla funzione vessillare, altro filloma

soggetto a funzione integumentale, altro filloma dedicato a funzione femminile, o maschile, o tuberosa, o entomoctona, o cirrosa, o fulcracea, perché si dovrà negare questa qualità di metamorfico al filloma vegetativo, elaborato della funzione amilogena?

E per vero non dovrebbero passare per metamorfici anche i fillomi vegetativi, che sono tutti necessariamente più o meno eteromorfi? Per esempio i fillomi vegetativi di talune piante acquatiche eterofille, che producono in acqua scorrente foglie nastriformi; in acque tranquille foglie immerse con lacinie capillari, foglie galleggianti con lembo orbicolare o a ferro di cavallo, foglie emerse di tutt'altra figura?

O bisogna ammettere la metamorfosi anche per i fillomi vegetativi, e in tal caso dove piglieremo il filloma prototipo?

O bisogna negare la metamorfosi per tutti, e questo è il partito più saggio.

L'idiomorfosi, negando la metamorfosi, propone quest'altro principio fondamentale. Tutti quanti i fillomi, qualunque sia la loro forma, la loro funzione, il loro sviluppo, se diversissimi sono allo stato adulto, sono affatto simili anzi identici nella primissima epoca della loro comparsa, nel primissimo loro primordio, quando sono allo stato di una o poche cellule matrici (1).

Ammessa la identità dei fillomi nel tempo in cui sono allo stato di matrici, l'idiomorfosi ammette nei plasmi matricali il concentramento di tutti i caratteri (allo stato potenziale o germinale), i quali si svolgeranno mano mano che il relativo filloma cresce e si rende adulto.

Se si ammette ciò è *illico et immediate* data la spiegazione della possibilità di tutte le forme dei fillomi, dalle più normali alle più abnormi e paradossali; tutte le differenze dipendendo da un vario concentramento e da una varia mistura di caratteri potenziali (giusta una espressione dinamica), o di corpuscoli e gemmule invisibili (giusta una espressione materiale) (2).

Abbiamo le matrici, abbiamo i caratteri germinali immessi entro le

(1) Per la imperfezione dei nostri sensi, dei nostri strumenti e delle nostre percezioni, noi siamo ancora affatto allo scuro quanto ai *primissimi primordi* degli organi. L'induzione soltanto ci può essere maestra. Ed è per una retta induzione che noi ammettiamo ogni segmento basale d'una cellula maestra (apicale o subapicale) essere la matrice d'un meritallo; e ogni meritallo produrre due ragioni, una fillopodiale, l'altra fogliare, ma ancora non si può indurre ove si trovi esattamente la matrice di cui si sviluppa un filloma. È verisimile però che si sviluppi verso l'apice del relativo fillopodio, quasi come per un processo di germinazione.

(2) Che si adottino e preferiscano poi i simboli dinamici, oppure i corpuscolari non importa. Tanto gli uni quanto gli altri sono applicabili alla spiegazione dei fenomeni nei corpi viventi. E ciò diciamo in via di tollerante transazione, perchè da parte nostra siamo persuasi che soltanto la dinamica può rendere una ragione soddisfacente dei fenomeni cosmici.

matrici: che cosa resta di più per comprendere a fondo i fenomeni tutti della cosidetta metamorfosi?

Non resta che annoverare e considerare le potenze che regolano e determinano l'afflusso e la mistura dei caratteri germinali suddetti.

Queste potenza (o facoltà, o tendenze o istinti) sono cinque: 1°, istinto della perseveranza; 2°, tendenza ereditaria continuativa o padristica; 3°, tendenza ereditaria saltuaria o atavica; 4°, facoltà neomorfica; 5°, tendenza all'atassia.

Istinto della perseveranza. Ogni individualità semplice presso le piante superiori si viene costituendo mediante nuovi fillomi coronanti nuovi fillopodii, gli uni e gli altri acropetamente generati per attività d'una cellula apicale. Ora codesta individualità, fondato il primo filloma, disvela una tendenza a foggiare i successivi secondo il modello del primo; vale a dire infondendo eguale qualità di caratteri germinali nelle relative matrici. È una caparbia tendenza a perseverare *in statu quo*, fino a tanto che questa tendenza sia distrutta da tendenze contrarie (quando *ex abrupto*, quando gradatamente).

Innumerevoli sono i fatti che vengono bene spiegati da questa fondamentale tesi della idiomorfosi.

Gl'individui fiorenti di *Camellia* ne sono una lucida prova. I primi fillomi prodotti hanno caratteri di squama perulacea; or bene questi caratteri, con insolita tenacità, trapassano la siepe delle squame, si mescolano ai caratteri dei sepali; trascendono i sepali e si mescolano ai caratteri dei petali, e, nei fiori semidoppi, con fenomeno strano si mescolano ai caratteri (atassici), che provocarono la degenerazione degli stami in lamine petaline.

Si vede che questa tendenza agisce soltanto in direzione acropeta e progressiva; e non potrebbe essere altrimenti.

È pure dovuto a questa tendenza se, date due categorie diversissime di fillomi, l'una inferiore, l'altra superiore, sull'asse medesimo, tra l'organo supremo dell'inferior categoria, e l'organo infimo della categoria superiore, si trovano frequentemente interposti diversi organi di transizione graduata. Questi organi intermediarii segnano in maniera lucida la lotta che si smorza a poco a poco tra l'istinto della perseveranza e altri istinti che hanno prodotto i fillomi superiori.

Quest'ordine di fenomeni che forma la chiave maestra su cui poggia la dottrina della metamorfosi eccolo convertito a fondamentale sostegno della dottrina dell'idiomorfosi.

Innumerevoli sono gli esempi che si potrebbero citare, tanto nelle formazioni normali che nelle teratologiche. Instruttivi fra gli altri sono i virgulti di *Berberis*, ove le foglie fascicolate alla base vanno gradatamente

conformandosi in spine. Così pure molto istruttive sono le brattee interposte tra le foglie e il calice nello *Helleborus foetidus*, i fillomi interposti tra i cotiledoni e le foglie normali, quelli interposti tra le perule e le foglie normali ecc.

In diversi casi (teratologici) poi questa tendenza acquista una prepotenza insolita, tale da sbaragliare ogni altra tendenza contraria. Bellissimo esempio ce n' è dato dai fiori doppii di *Camellia*, dove, generati i primi cinque petali la perseverante mania di produrre organi simili ha superato ogni freno, ed è giunta a sopprimere affatto la tendenza ereditaria sessuale, produttrice degli stami e dei carpidii.

Così tra le alterazioni teratologiche dei fiori di *Aquilegia,* abbiamo dei casi notevoli; l'uno quando la tendenza perseverante partendo dai petalonettarii in su converte in petalo-nettarii tutti quanti gli stami, e nell'altro caso invece, partendo un ciclo più in basso converte tutti gli stami in altrettanti filli perigoniali.

E non solo la tendenza perseverante agisce sugli organi florali; ma in alcune manie agisce anche sui fiori interi; e provocando la diafisi, produce fiori nati e infilati gli uni sugli altri (rose e primavere prolifere). E finalmente agisce anche su infiorescenze intiere (antodii di composte ecc.) (1).

Tale è la portata e la potenza dell' istinto della perseveranza *in statu quo ante.*

Tendenza ereditaria continuativa. Questa è la perpetua conservatrice dei caratteri specifici, e li trasmette dagli ascendenti ai discendenti immediati. Essa nelle matrici degli organi regola l' affluenza dei caratteri germinali nella stessa qualità, quantità ed ordine, con cui caratteri omologhi affluirono in matrici omologhe presso i parenti. È inutile spendere altre parole per insistere sulla grande portata di questa potenza. La quale per altro in taluni individui riesce più o meno infrenata, e talvolta, in casi eccezionali, sopraffatta e sbaragliata dalla tendenza atassica e in parte anche dalla tendenza neomorfica.

Tendenza ereditaria saltuaria. Regola l'affluenza di caratteri germinali provenienti da remoti antenati, i quali passarono per la trafila dei parenti immediati senza svilupparsi. Quantunque questa potenza sia di gran lunga più fiacca delle altre, non ostante merita considerazione; perocchè ad essa è dovuta ogni resurrezione di caratteri atavici.

Facoltà neomorfica. Tutti gl' individui, chi più chi meno, ma sempre assai limitatamente sono dotati della potenza di creare nuovi caratteri

---

(1) Quest' ultimo ordine di fenomeni condusse già l' illustre botanico Prof. P. Magnus a divinare e denominare questa medesima tendenza, non ricordiamo più in quale delle numerose sue note e memorie di botanico argomento.

e di regolarne l'affluenza alle convenienti matrici. E se per avventura questi caratteri riescono profittevoli alla stirpe, cadono sotto l' impero della elezione naturale, e diventano ben presto caratteri trasmessibili per eredità continuativa e saltuaria. Questa facoltà ha una grande portata perché é la massima autrice ed iniziatrice delle differenze specifiche e generiche.

Tendenza all'atassia. Questa tendenza esiste nei diversi individui nelle proporzioni le più variabili. Talvolta é presso a che ridotta a zero, e allora si hanno stirpi dotate d'una rimarchevole fissità di caratteri. Talvolta invece é più o meno esagerata, e allora é l'autrice di tutti i fenomeni teratologici. Essa é la più grande avversaria di tutte le altre tendenze, e riesce a scompigliare nelle matrici degli organi il numero, la qualità e l'ordine dei caratteri germinali che vi affluiscono. In guisa che per essa si sviluppano le forme organiche più irregolari e paradossali. I fenomeni di cui é autrice sono bene dal volgo designati col nome di manie.

Delineata così ne' suoi tratti generali la dottrina della idiomorfosi, bisogna convenire che é più vera e più generale di quella della metamorfosi. Essa dà ragione non solo delle trasformazioni normali degli organi, ma eziandio delle più abnormi e paradossali. Perció la sua portata é grande, massimamente per dilucidare i fenomeni teratologici.

Ció non ostante é ancora ammessibile, *sub conditione,* la nomenclatura proposta dalla dottrina della metamorfosi: veramente solo in certi casi, dove più manifesto é il passaggio degli uni negli altri fillomi, secondo una legge regolare, quando progressiva, quando retograda. Per esempio sarà sempre lecito il dire che le spine di *Berberis* procedono da metamorfosi progressiva di foglie vegetative, i nettarii florali di *Helleborus* da mutazione retrograda degli stami ecc: ; quantunque questa dicitura sia conforme alla materiale apparenza, piuttosto che alla vera e profonda significazione di detti fenomeni eterofillici.

RISULTATO

DI

ESPERIENZE IDROMETRICHE

SOPRA TUBI ADDIZIONALI CONICI DIVERGENTI

MEMORIA V.

del Prof. CESARE RAZZABONI

(Letta nella Sessione delli 20 Dicembre 1891).

L' argomento di questa memoria é la continuazione ed il fine di quello trattato in altre quattro antecedenti, e mi é riuscito cosí di evadere ad un impegno preso colla speranza di riempire una lacuna che tutti gli autori di idrometria hanno constatata, e che nessuno ha cercato di riempire per la gratuita considerazione tutt' altro che vera che i tubi addizionali divergenti abbiano una poco pratica importanza. E diciamo tutt' altro che vero che tali tubi abbiano una poco importanza pratica, dacché per la proprietá che essi hanno di avere dall' origine allo sbocco una pressione minore della atmosferica di questa se ne é tratto partito per utilizzarli in vari modi per iscopi fisici chimici e meccanici.

Altrove dicemmo che il moto dell' acqua dentro tali tubi non é e non puó essere lineare: in conseguenza di ció la teoria di questo movimento non puó essere loro applicabile: ció lo dimostrammo precedentemente rispetto alle portate ed alle velocitá; ora il corrispondente studio lo estendiamo alle pressioni, e vi segnaliamo prima che cosa l' esperienza ci abbia mostrato sul modo di variare di tali pressioni corrispondentemente al variare del carico, e della dimensione e forma dei tubi.

Le esperienze furono istituite come tutte le altre sopra i tubi sperimentati nelle memorie antecedenti, e coi carichi forniti dall' apparecchio idraulico della Scuola corrispondenti alle solite tre misure di metri 3,195; 2,195; 1,195.

Per le misure delle pressioni fu costruito da quest' Officina della Scuola

per gl' ingegneri un manometro ad aria libera, una branca del quale potendo comunicare con diverse sezioni d' acqua fluenti pel tubo poteva misurare le relative pressioni; e siccome pressioni e portate debbono essere fra loro connesse in modo che ad una data portata corrisponda sempre la medesima pressione, e quindi che alle esperienze presenti corrispondano per ogni tubo quelle precedentemente trovate per le portate, così queste furono di nuovo misurate e verificate mentre si rilevava la misura delle pressioni.

Ciò premesso nel quadro allegato alla presente sono inserite le dimensioni dei tubi sperimentati, e le iniziali maiuscole poste nella 1ª colonna sono quelle che per brevità adottammo anche nelle altre tre memorie II, III e IV relative a questo argomento; nella 2ª, 3ª e 4ª colonna il diametro d dell' origine del tubo, la lunghezza l del medesimo e l' angolo θ di divergenza; nelle altre colonne sono compresi tutti i risultati delle ultime esperienze corrispondenti alli tre carichi predetti nonchè il valore delle portate che si conseguirebbero colle formole teoriche.

I simboli all' uopo adottati per tenere distinti i diversi elementi sono i seguenti e cioè:

Q la portata teoretica.

Q' la portata effettiva.

P_a l' altezza della colonna barometrica durante l' esperienza.

P_z l' altezza piezometrica in millimetri di mercurio fornita dalla formola empirica che si propone.

$P_{z'}$ l' altezza piezometrica effettiva in millimetri di mercurio fornita dal manometro.

a la distanza verticale del livello dell' acqua nel recipiente alimentatore dal centro della luce di origine ω.

Dopo ciò esaminando attentamente il prospetto, e ricordando che se indichiamo con p la pressione in una sezione qualunque del tubo perpendicolare al suo asse ritenuto orizzontale si ha

$$p = p_a - p_z \tag{1}$$

ossia che alle maggiori altezze piezometriche corrispondono le minori pressioni, si desumono dalle esperienze li seguenti risultamenti molto utili per le pratiche applicazioni di questi tubi, e cioè

1° che nella stessa sezione di un tubo le pressioni diminuiscono al crescere del carico, della lunghezza e dell' angolo di divergenza e crescono col diametro della sezione d' origine.

2° che dalla sezione d' origine a quella di efflusso le pressioni si mantengono sempre inferiori alla atmosferica esterna, e raggiungono il

valore di questa solo nella sezione di efflusso; il diagramma di tali variazioni sarebbe una parabola di 2° grado.

Ricordando ora che la formola teorica somministrata dal moto lineare pel caso del tubo orizzontale, essendo v la velocità media in una sezione y qualunque normale all' asse, è

$$(2) \qquad p = p_a + a - \frac{v^2}{2g} = p_a + a - \frac{Q^2}{2g.y^2}$$

oltrecché non indica come la pressione vari colle dimensioni del tubo, dà risultati così differenti dal vero da produrre molto spesso delle pressioni negative quando l' efflusso è ancora a bocca piena, ed il liquido non abbandona le pareti del tubo, ne segue che per la pressione come si fece per la velocità e nelle portate, volendo risultati prossimi al vero, conviene sostituire una formola empirica alla razionale (2).

La formola empirica che all' uopo abbiamo trovata soddisfacente è la seguente

$$(3) \qquad p = p_a + a - \alpha \frac{Q'^2}{13,6 \times d^5}$$

dove d è il diametro di una sezione qualunque, Q' la portata effettiva del tubo, ed α un coefficiente da determinarsi. Per riuscire in ciò colla maggiore sollecitudine le (1) e le (3) daranno

$$(4) \qquad p_z = \frac{\alpha Q'^2}{13,6 \times d^5} - a$$

dalla quale si deduce

$$(5) \qquad \alpha = 13,6(p_z + a) \frac{d^5}{Q'^2}$$

e qui ponendo per p_z ed a i loro valori inscritti nel quadro e che debbono essere espressi in millimetri, e per d e Q' i corrispondenti valori, si ottengono 54 valori di α pochissimo differenti fra loro e conducenti ad un valor medio

$$\alpha = 0,0012514$$

con un massimo di 0,00146 ed un minimo di 0,000948 in conseguenza di ciò la formola empirica per calcolare la pressione in una sezione qua-

lunque del tubo di diametro d e di portata Q' sarebbe

$$p = p_a + a - 0{,}0012514 \frac{Q'_2}{13{,}6d^5} \tag{6}$$

e l' altezza piezometrica corrispondente

$$p_z = 0{,}0012514 \frac{Q'^2}{13{,}6d^5} - a \tag{7}$$

Queste le formole per la determinazione delle pressioni nei tubi divergenti, che sebbene empiriche tuttavia essendo state composte sopra misure prese con molta cura danno una sicurezza nei risultati che mai si sarebbe conseguita da formole fondate sopra ipotesi non sussistenti.

Tali formole assieme a quella della portata pei tubi continui consegnata nella corrispondente Memoria III del 1890, e cioè dalla

$$Q^1 = 7{,}80(1 + 4 \operatorname{tang} \theta) d^2 \sqrt{a} \sqrt[4]{l} \tag{8}$$

completano la piena determinazione dell' efflusso dai tubi divergenti, e sostituita alle teoriche, che dipendono dalle dottrine del moto lineare riempiono una lacuna sopra tali tubi, che mal si comprende come abbia tanto durato dacchè da qualche anno e presentemente di questi tubi se ne fa una applicazione estesa per la facilità con cui al servizio delle scienze e della pratica essi si possono adoperare come macchine aspiranti.

Nelle formole stabilite non abbiamo preso in considerazione che il diametro nella sezione d' origine; esse sarebbero riuscite più generali se tale diametro fosse stato uno qualunque delle sezioni interne del tubo; tuttavia abbiamo preferita la sezione d' origine perchè ivi il moto è meno turbato, e le misure delle pressioni si ottengono con facilità e con esattezza. Allorchè però si volesse anche sotto questo aspetto completare questo lavoro non vi sarebbe altro da vedere come la pressione nell' interno di detti tubi varii da un capo all' altro, il quale studio forse affronterò in altro incontro. Ora mi basta che lo studio sperimentale relativo alle portate ed alle pressioni sia completo e stabilito con tali avvertenze e cure da avere per la pratica un modo sicuro di determinare in qualunque caso il loro valore.

Marca del tubo	Dimensioni del tubo in millimetri		Angolo di divergenza	Carico 1,195					
				Portata in litri		Pressione atmosferica in millimetri	Altezza piezometrica in millimetri		Differenza percentuale
	diametro interno	lunghezza	θ	teorica Q	effettiva Q'	p_a	empirica p_z	effettiva p_z'	$\frac{p_z - p_z'}{p_z'}$
B	12	30	5°, 5′, 21″	1,3381	1,1643	760,0	99,1	99,0	+ 0,0010
	»	»	3°, 23′, 34″	1,1834	1,0773	760,0	69,9	64,0	+ 0,0921
	»	»	1°, 41′, 47″	1,0331	0,9313	760,0	31,9	11,0	+ 1,9000
C	15	30	5°, 5′, 21″	1,9414	1,7687	760,0	52,4	55,0	— 0,0472
	»	»	3°, 23′, 34″	1,7508	1,6193	760,0	29,8	48,0	— 0,3791
	»	»	1°, 41′, 47″	1,5700	1,4243	760,0	3,7	3,0	+ 0,2333
F	12	70	5°, 5′, 21″	2,0596	1,4970	760,0	209,9	140,0	+ 0,4992
	»	»	3°, 23′, 34″	1,6218	1,3133	760,0	141,9	136,0	+ 0,0433
	»	»	1°, 41′. 47″	1,2308	1,0237	760,0	54,9	43,0	+ 0,2767
G	15	70	5°, 5′, 21″	2,7946	2,1016	760,0	107,2	139,0	— 0,2287
	»	»	3°, 23′, 34″	2,2800	1,8966	760,0	72,8	92,0	— 0,2088
	»	»	1°, 41′, 47″	1,8118	1,5417	760,0	18,3	18,0	+ 0,0166
H	12	108	5°, 5′, 21″	2,9010	1,6230	760,0	269,3	264,0	+ 0,0200
	»	»	3°, 23′, 34″	2,1051	1,4953	760,0	209,5	200,0	+ 0,0475
	»	»	1°, 41′, 47″	1,4366	1,1070	760,0	77,5	69,0	+ 0,1231
I	15	108	5°, 5′, 21″	3,7628	2,4300	760,0	174,3	218,0	— 0,2004
	»	»	3°, 23′, 34″	2,8476	2,1460	760,0	112,5	118,0	— 0,0466
	»	»	1°, 41′, 47″	2,0596	1,6350	760,0	33,2	34,0	— 0,0235

Carico 3,195

Marca del tubo	Dimensioni del tubo in millimetri: diametro interno	lunghezza	Angolo di divergenza θ	Portata in litri: teorica Q	effettiva Q'	Pressione atmosferica in millimetri p_a	Altezza piezometrica in millimetri: empirica p_2	effettiva p_2'	Differenza percentuale $\frac{p_2 - p_2'}{p_2'}$
B	12	30	5°, 5', 21''	1,3381	1,1643	768,0	266,4	281,0	— 0,0519
	»	»	3°, 23', 34''	1,1834	1,0773	764,0	194,3	173,0	+ 0,1231
	»	»	1°, 41', 47''	1,0331	0,9313	764,0	85,8	30,0	+ 1,8660
C	15	30	5°, 5', 21''	1,9414	1,7687	768,0	144,3	152,0	— 0,0506
	»	»	3°, 23', 34''	1,7508	1,6193	764,0	82,8	130,0	— 0,3630
	»	»	1°, 41', 47''	1,5700	1,4243	762,0	10,9	14,0	— 0,2214
F	12	70	5°, 5', 21''	2,0596	1,4970	768,0	593,8	393,0	+ 0,5109
	»	»	3°, 23', 34''	1,6218	1,3133	764,0	403,1	400,0	+ 0,0077
	»	»	1°, 41'. 47''	1,2308	1,0237	762,0	152,6	128,0	+ 0,1765
G	15	70	5°, 5', 21''	2,7946	2,1016	768,0	255,4	384,0	— 0,3448
	»	»	3°, 23', 34''	2,2800	1,8966	764,0	200,9	256,0	— 0,2152
	»	»	1°, 41', 47''	1,8118	1,5417	762,0	53,1	54,0	— 0,0166
H	12	108	5°, 5', 21''	2,0010	1,6230	768,0	739,2	707,0	+ 0,0455
	»	»	3°, 23', 34''	2,1051	1,4953	764,0	591,9	566,0	+ 0,0457
	»	»	1°, 41', 47''	1,4366	1,1070	762,0	218,3	196,0	+ 0,1137
I	15	108	5°, 5', 21''	3,7628	2,4300	764,0	480,6	604,0	— 0,2343
	»	»	3°, 23', 34''	2,8476	2,1460	764,0	323,1	291,0	+ 0,1103
	»	»	1°, 41', 47''	2,0596	1,6350	762,0	89,2	103,0	+ 0,1339

Carico 2,195

Marca del tubo	diametro interno	lunghezza	Angolo di divergenza θ	Portata in litri: teorica Q	effettiva Q'	Pressione atmosferica in millimetri p_a	Altezza piezometrica in millimetri: empirica p_2	effettiva p_2'	Differenza percentuale $\frac{p_2 - p_2'}{p_2'}$
B	12	30	5°, 5', 21''	1,1091	0,9700	757,0	186,1	155,0	+ 0,2006
	»	»	3°, 23', 34''	0,9787	0,8860	752,0	128,5	119,0	+ 0,0798
	»	»	1°, 41', 47''	0,8562	0,7750	753,0	60,3	19,0	+ 2,1210
C	15	30	5°, 5', 21''	1,6091	1,4616	757,0	97,1	104,0	— 0,0663
	»	»	3°, 23', 34''	1,4511	1,3413	752,0	56,2	94,0	— 0,4021
	»	»	1°, 41', 47''	1,3013	1,1853	753,0	8,4	8,0	— 0,0500
F	12	70	5°, 5', 21''	1,7071	1,2297	757,0	397,4	262,0	+ 0,5167
	»	»	3°, 23', 34''	1,3442	1,0836	753,0	272,4	263,0	+ 0,0357
	»	»	1°, 41'. 47''	1,0020	0,8480	756,0	104,1	87,0	+ 0,1962
G	15	70	5°, 5', 21''	2,3163	1,6990	757,0	187,9	259,0	— 0,2745
	»	»	3°, 23', 34''	1,8900	1,5716	753,0	137,5	177,0	— 0,2231
	»	»	1°, 41', 47''	1,5017	1,2803	756,0	36,8	37,0	— 0,0054
H	12	108	5°, 5', 21''	2,4045	1,3350	757,0	497,2	468,0	+ 0,0623
	»	»	3°, 23', 34''	1,7448	1,2230	753,0	391,3	379,0	+ 0,0324
	»	»	1°, 41', 47''	1,1907	0,9170	756,0	149,2	132,0	+ 0,1303
I	15	108	5°, 5', 21''	3,1189	2,0116	752,0	328,5	406,0	— 0,1909
	»	»	3°, 23', 34''	2,3602	1,7806	753,0	222,4	211,0	+ 0,0540
	»	»	1°, 41', 47''	1,7072	1,3607	756,0	62,6	70,0	— 0,1056

Carico 1,195

Marca del tubo	diametro interno	lunghezza	Angolo di divergenza θ	Portata in litri: teorica Q	effettiva Q'	Pressione atmosferica in millimetri p_a	Altezza piezometrica in millimetri: empirica p_2	effettiva p_2'	Differenza percentuale $\frac{p_2 - p_2'}{p_2'}$
B	12	30	5°, 5', 21''	0,8184	0,7110	760,0	99,1	99,0	+ 0,0010
	»	»	3°, 23', 34''	0,7221	0,6530	760,0	69,9	64,0	+ 0,0921
	»	»	1°, 41', 47''	0,6318	6,5690	760,0	31,9	11,0	+ 1,9000
C	15	30	5°, 5', 21''	1,1873	1,0757	760,0	52,4	55,0	— 0,0472
	»	»	3°, 23', 34''	1,0707	0,9853	760,0	29,8	48,0	— 0,3791
	»	»	1°, 41', 47''	0,9602	0,8690	760,0	3,7	3,0	+ 0,2333
F	12	70	5°, 5', 21''	1,2596	0,8973	760,0	209,9	140,0	+ 0,4992
	»	»	3°, 23', 34''	0,9918	0,7890	760,0	141,9	136,0	+ 0,0433
	»	»	1°, 41'. 47''	0,7580	0,6213	760,0	54,9	43,0	+ 0,2767
G	15	70	5°, 5', 21''	1,7091	1,2687	760,0	107,2	139,0	— 0,2287
	»	»	3°, 23', 34''	1,3946	1,1513	760,0	72,8	92,0	— 0,2088
	»	»	1°, 41', 47''	1,1080	0,9357	760,0	18,3	18,0	+ 0,0166
H	12	108	5°, 5', 21''	1,7743	0,9703	760,0	269,3	264,0	+ 0,0200
	»	»	3°, 23', 34''	1,2874	0,8966	760,0	209,5	200,0	+ 0,0475
	»	»	1°, 41', 47''	0,8786	0,6687	760,0	77,5	69,0	+ 0,1231
I	15	108	5°, 5', 21''	2,3013	1,4707	760,0	174,3	218,0	— 0,2004
	»	»	3°, 23', 34''	1,7415	1,2857	760,0	112,5	118,0	— 0,0466
	»	»	1°, 41', 47''	1,2595	0,9880	760,0	33,2	34,0	— 0,0235

PEDALI DELLE CONICHE

NOTA

DEL

PROF. FERDINANDO PAOLO RUFFINI

(Letta nella Sessione delli 20 Dicembre 1891).

Sia una conica (k) rappresentata dall' equazione

$$k \equiv Lx + My + N = 0$$

nella quale é

$$L = ax + hy + g\,, \quad M = hx + by + f, \quad N = gx + fy + c\,,$$

e pongasi

$$\Delta = \begin{vmatrix} a & h & g \\ h & b & f \\ g & f & c \end{vmatrix}, \quad \begin{array}{ll} bc - f^2 = A\,, & gh - af = F, \\ ca - g^2 = B, & hf - bg = G\,, \\ ab - h^2 = C\,, & fg - ch = H. \end{array}$$

Se si indica con L', M', N' ciò che diventano le L, M, N quando in queste quantità si ponga a luogo delle coordinate generali x, y quelle particolari di un punto (x', y') della conica, l' equazione della tangente la conica in questo punto é

$$L'x + M'y + N' = 0\,;$$

e se si immagina che da un punto fisso o polo $O(X, Y)$ scelto ad arbitrio nel piano della conica si conduca la normale OT a questa tangente, chiameremo *pedale* della conica (k) la curva luogo geometrico del punto T,

piede della normale ora detta allorchè varia la tangente alla conica (k). (*)

Si rappresentino con x e y le coordinate del punto T e con α l'angolo che la tangente la conica forma coll'asse x delle ascisse: si avrà

$$\operatorname{tang} \alpha = -\frac{L'}{M'} = -\frac{x-X}{y-Y};$$

pongasi

$$\frac{x-X}{y-Y} = P = \frac{L'}{M'},$$

e dalle due equazioni

$$L'x' + M'y' + N' = 0, \quad M'P = L',$$

si dedurrà risolvendole

$$x' = \frac{1}{C}\left\{G \pm (bP-h)\sqrt{\frac{-\Delta}{bP^2-2hP+a}}\right\},$$

$$y' = \frac{1}{C}\left\{F \mp (hP-a)\sqrt{\frac{-\Delta}{bP^2-2hP+a}}\right\},$$

e quindi

$$L' = \pm P\sqrt{\frac{-\Delta}{bP^2-2hP+a}}, \quad M' = \pm\sqrt{\frac{-\Delta}{bP^2-2hP+a}}$$

$$N' = \mp\frac{GP+F}{C}\sqrt{\frac{-\Delta}{bP^2-2hP-\mathrm{a}}} + \frac{\Delta}{C}.$$

Si ha poi

$$OT = -\frac{L'X+M'Y+N'}{\sqrt{L'^2+M'^2}}, \quad x-X = (y-Y)P = -OT \operatorname{sen} \alpha$$

ossia

$$(y-Y)P = -\frac{(L'X+M'Y+N')L'}{L'^2+M'^2};$$

(*) Circa la genesi delle curve pedali veggasi Frattini G. *Un teorema di geometria.* Roma, 1873.

sostituendo a L', M', N' i loro valori, risulta

$$\{ C(y - Y)(P^2 + 1) + (CX - G)P + (CY - F) \}^2 + \Delta(bP^2 - 2hP + a) = 0 :$$

ponendo a luogo della P il suo valore e riducendo

$$\{ C((x - X)^2 + (y - Y)^2) + (CX - G)(x - X) + (CY - F)(y - Y) \}^2$$
$$+ \Delta \{ b(x - X)^2 - 2h(x - X)(y - Y) + a(y - Y)^2 \} = 0 ,$$

e trasportando l'origine delle coordinate nel polo O collo scrivere x e y a luogo di $x - X$ e $y - Y$,

$$\varphi \equiv \{ C(x^2 + y^2) + (CX - G)x + (CY - F)y \}^2 + \Delta(bx^2 - 2hxy + ay^2) = 0 ,$$

che è l'equazione della pedale della conica (k).

La pedale di una conica è dunque in generale una quartica che *ha potenza* in rispetto ad ogni punto del proprio piano. (*)

Se la conica fosse una parabola, l'equazione (φ) sarebbe illusoria, poichè l'ipotesi $C = ab - h^2 = 0$ rende anche identicamente nulle le quantità

$$G^2 + \Delta b , \quad FG - \Delta h , \quad F^2 + \Delta a :$$

riserbandoci a considerare più avanti questo caso, nel quale la quartica si riduce a una cubica, ora supporremo che la conica (k) sia dotata di centro.

La quartica (φ) ha evidentemente un punto doppio nel polo O; il sistema delle due tangenti in questo punto è rappresentato dall'equazione

$$\{ (CX - C)x + (y - F)y \}^2 + \Delta \{ bx^2 - 2hxy + ay^2 \} = 0 .$$

Altri due punti doppi (immaginarii) della quartica sono i suoi punti a distanza infinita. Infatti i quattro assintoti della quartica sono rappresentati dall'equazione

$$\left\{ \left(x + \frac{CX - G}{2C} \right)^2 + \left(y + \frac{CY - F}{2C} \right)^2 \right\}^2 = 0 :$$

essi sono dunque immaginarii e coincidono due coll'una e due coll'altra delle due rette che dal punto di mezzo del segmento che congiunge il polo

---

(*) V. *Delle curve piane algebriche che hanno potenza* ecc. nel T. X. Serie IV. di queste Memorie a pag. 340.

O col centro della conica si dirigono ai due punti ciclici: i punti ciclici sono dunque punti doppi della quartica.

Se il polo O è il centro della conica (k) si ha

$$CX - G = 0, \quad CY - F = 0,$$

l'equazione della quartica diventa

$$\varphi_0 \equiv C^2(x^2 + y^2)^2 + \Delta(bx^2 - 2hxy + ay^2) = 0;$$

il sistema delle tangenti nel punto doppio O è rappresentato dall'equazione

$$ay^2 - 2hxy + bx^2 = 0$$

dalla quale si deduce

$$\frac{y}{x} = \frac{1}{a}(h \pm \sqrt{h^2 - ab}):$$

il punto doppio nel polo O è dunque un punto coniugato della quartica se la conica è una ellisse, e se la conica è una iperbola, il punto doppio è un nodo colle sue tangenti normali agli assintoti della conica, il cui sistema è rappresentato dall'equazione

$$\frac{Cy - F}{Cx - G} = \frac{1}{b}(-h \pm \sqrt{h^2 - ab}):$$

i quattro assintoti immaginarii della quartica sono rappresentati dall'equazione

$$(x^2 + y^2)^2 = 0.$$

Ritenuto che la conica (k) sia dotata di centro, si supponga siensi assunti ad assi coordinati gli assi della conica: così riesce

$$f = g = h = 0, \quad F = G = H = 0, \quad \Delta = abc, \quad C = ab$$

e l'equazione della quartica prende la forma più semplice

$$f \equiv (x^2 + y^2 + Xx + Yy)^2 + \frac{c}{a}x^2 + \frac{c}{b}y^2 = 0:$$

l'equazione degli assintoti si riduce alla

$$\left\{ \left(x + \frac{X}{2}\right)^2 + \left(y + \frac{Y}{2}\right)^2 \right\}^2 = 0$$

e quella rappresentante il sistema delle due tangenti nel polo O alla

$$a(bY^2+c)y^2+2abXYxy+b(aX^2+c)x^2=0$$

che risolta dà

$$\frac{y}{x}=\frac{1}{a(bY^2+c)}\left(-abXY\pm\sqrt{-\Delta(aX^2+bY^2+c)}\right).$$

Quando dunque la conica (k) è reale se il polo O è *interno*, ovvero *esterno*, ovvero un punto della conica, le tangenti la quartica nel punto doppio reale O sono corrispondentemente immaginarie, o reali distinte, o reali coincidenti.

Si voglia che il polo O sia uno dei fuochi reali della conica, i quali supporremo sull' asse delle x. Detta d la distanza di uno di questi fuochi dal centro della conica, si dovrà nell' equazione f porre $X=\pm d$, $Y=0$, ed essendo

$$\frac{c}{b}=d^2+\frac{c}{a},$$

l' equazione si trasforma nella

$$(x^2+y^2)\left((x\pm d)^2+y^2+\frac{c}{a}\right)=0:$$

la quartica si risolve adunque nelle due rette immaginarie

$$x^2+y^2=0$$

e in un circolo che ha il suo centro nel centro della conica e per diametro l' asse della conica nel quale sono i fuochi reali di essa.

L' equazione f lascia scorgere che la quartica (f) da essa rappresentata è l' inviluppo delle coniche rappresentate dall' equazione

$$\lambda\equiv\left(\frac{c}{a}x^2+\frac{c}{b}y^2\right)\lambda^2-2\lambda(x^2+y^2+Xx+Yy)-1=0.$$

nella quale è λ un parametro arbitrario. Queste coniche hanno tutte il loro centro nell' iperbola equilatera

$$F\equiv 2(b-a)xy+bYx-aXy=0,$$

che passa pel polo O; e a questa conica congiunta colla retta all'infinito si riduce la Jacobiana del sistema formato dalla retta (doppia) all'infinito e dalle linee

$$ax^2 + by^2 = 0\,, \quad x^2 + y^2 + Xx + Yy = 0\,,$$

considerate come tre coniche.

La conica variabile (λ) è manifestamente tangente la quartica (f) nei quattro punti determinati dalle equazioni

$$p)\ \lambda\left(\frac{c}{a}x^2 + \frac{c}{b}y^2\right) - (x^2 + y^2 + Xx + Yy) = 0\,,\ \lambda(x^2 + y^2 + Xx + Yy) + 1 = 0:$$

se pertanto la conica λ si risolve in un sistema di due rette, queste saranno rette bitangenti la quartica. Dall'equazione λ si trae

$$x = \frac{1}{\left(\frac{c}{a}\lambda - 2\right)\lambda}\left\{\lambda X \pm \sqrt{\lambda^2 X^2 - \lambda\left(\frac{c}{a}\lambda - 2\right)\left\{\left(\frac{c}{b}\lambda - 2\right)\lambda y^2 - 2\lambda Yy - 1\right\}}\right\}$$

e questa rappresenterà due rette pei valori di λ dati dalla condizione

$$\lambda^2\left\{\left(\frac{c}{b}X^2 + \frac{c}{a}Y^2 + \frac{c^2}{ab}\right)\lambda^2 - 2\left(X^2 + Y^2 + \frac{c}{a} + \frac{c}{b}\right)\lambda + 4\right\} = 0\,.$$

Alla soluzione $\lambda^2 = 0$ corrisponde la retta all'infinito che tien luogo di due bitangenti la quartica, e altre quattro bitangenti sono determinate dai valori della λ che soddisfanno l'equazione

$$\left(\frac{c}{b}X^2 + \frac{c}{a}Y^2 + \frac{c^2}{ab}\right)\lambda^2 - 2\left(X^2 + Y^2 + \frac{c}{a} + \frac{c}{b}\right)\lambda + 4 = 0\,,$$

che risolta dà

$$\lambda = \frac{X^2 + Y^2 + \frac{c}{a} + \frac{c}{b} \pm \sqrt{\left(X^2 + Y^2 + \frac{c}{a} + \frac{c}{b}\right)^2 + 4X^2Y^2}}{\frac{c}{ab}\left(aX^2 + bY^2 + c\right)}:$$

le rette nelle quali, si risolve la conica (λ) corrispondenti a questi valori del parametro λ s'incontrano in punti dell'iperbola (F) e toccano la quartica nei punti determinati dalle equazioni (p).

Nel caso particolare che il polo O cadesse sopra uno degli assi della conica (k) e fosse, per esempio, $Y=0$, si avrebbe

$$\lambda=\frac{X^2+\frac{c}{a}+\frac{c}{b}\pm\left(X^2+\frac{c}{a}-\frac{c}{b}\right)}{\frac{c}{b}\left(X^2+\frac{c}{a}\right)},\quad \lambda'=\frac{2}{\frac{c}{b}},\quad \lambda''=\frac{2}{X^2+\frac{c}{a}},$$

e le quattro bitangenti

$$x'=\frac{\frac{c}{b}}{2\left(\frac{c}{a}-\frac{c}{b}\right)}\left\{X\pm\sqrt{X^2+\frac{c}{a}-\frac{c}{b}}\right\},$$

$$x''=-\frac{1}{2X}\left\{X^2+\frac{c}{a}\pm y''\sqrt{-\left(X^2-\frac{c}{a}-\frac{c}{b}\right)}\right\}.$$

che sono due reali e due immaginarie, a contatto colla quartica nei punti che diventano le comuni intersecazioni delle coniche

$$\frac{c}{a}x^2+\frac{c}{b}y^2+\frac{1}{\lambda^2}=0,\quad x^2+y^2+Xx+\frac{1}{\lambda}=0$$

quando si sostituiscano a λ i valori λ' e λ''.

La quartica (f) essendo curva razionale é della classe 6ª: ed ha 36 fuochi. Se si indicano con I e J i due punti ciclici, o punti circolari all'infinito, e con s e s_1 gli assintoti corrispondenti e si avverte che ciascuno di questi punti é un punto doppio della quartica che ha per tangenti l'assintoto corrispondente e la retta all'infinito, si vede che le sei tangenti la quartica che escono da ciascuno dei punti ciclici sono: la retta all'infinito che conta per due tangenti; l'assintoto che conta anch'esso per due tangenti; due altre tangenti. Se si indicano con s, t, t' l'assintoto e le due tangenti che passano per I e con s_1, t_1, t'_1 l'assintoto e le due tangenti che passano per J, poiché la retta all'infinito tien luogo di due tangenti la quartica che escono dal punto I e di due tangenti la quartica che escono dal punto J e inoltre ciascun assintoto conta anch'esso per due tangenti, nel punto I coincideranno otto fuochi, cioé, quattro fuochi come intersecazioni dell'assintoto s colla retta all'infinito e altri quattro fuochi come intersecazioni delle due t e t' colla stessa retta all'infinito. Similmente altri otto fuochi coincideranno in J e sono le intersecazioni dell'assintoto s_1 e delle rette t_1 e t'_1 colla retta all'infinito. Altri quattro fuochi cadranno sulla

retta all'infinito e corrispondono alle intersecazioni della retta all'infinito considerata come tangente in I colla stessa retta all'infinito considerata come tangente in J. Si avranno dunque almeno 20 fuochi sulla retta all' infinito.

La linea luogo dei fuochi di una quartica razionale è, in generale, una linea dell' ordine 8°, ma come una tal linea non potrebbe avere più di 8 punti a distanza infinita, così essa dovrà nel caso particolare della quartica (f) risolversi in una linea d'ordine inferiore all'8° e nella retta all'infinito contata un certo numero di volte. E infatti se si rende omogenea rispetto alle variabili la equazione (f) mediante una terza variabile z, intendendo che l' equazione $z=0$ rappresenti la retta all'infinito, il luogo dei fuochi è rappresentato dall' equazione

$$\left\{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2-\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2\right\}\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}-\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}-\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}\right)\frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial f}{\partial y}=0$$

che ha tutti i suoi termini divisibili per z^2. Il luogo dei fuochi si risolve dunque in una sestica e nella retta all'infinito contata due volte.

In generale i fuochi di una quartica razionale (f) sono i punti nei quali si intersecano le due sestiche

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2-\left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2-2f\left(\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}-\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}\right)=0\,,\quad \frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial f}{\partial y}-2f\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}=0:$$

queste due sestiche nel caso presente si risolvono ciascuna in una quartica e nella retta all'infinito contata due volte.

Suppongasi ora che la conica (k) sia una parabola. Si potrà scrivere l'equazione della conica sotto la forma semplice

$$k_1 \equiv by^2+2gx=0$$

e procedendo come nel caso generale dell'equazione k si troverà

$$L'=g,\quad M'=by',\quad N'=gx',$$

e posto

$$\frac{x-X}{y-Y}=P=\frac{L'}{M'},$$

dalle equazioni

$$by'^2+2gx'=0\,,\quad M'P=L'$$

si dedurrà

$$x' = -\frac{g}{2bP^2}, \quad y' = \frac{g}{bP}, \quad L' = g, \quad M' = \frac{g}{P}, \quad N' = -\frac{g^2}{2bP},$$

e quindi

$$x - X = -\frac{XP^2 + YP - \frac{g}{2b}}{P^2 + 1}$$

$$(x - X)(P^2 + 1) + XP^2 + YP - \frac{g}{2b} = 0;$$

sostituendo il valore della P e riducendo

$$f_1 \equiv (x - X)\{(x - X)^2 + (y - Y)^2 + X(x - X) + Y(y - Y)\} - \frac{g}{2b}(y - Y)^2 = 0.$$

La pedale è dunque una cubica ciclica con un punto doppio nel polo O. Le equazioni dei tre assintoti sono

$$x - \left(X + \frac{g}{2b}\right) = 0, \quad \left\{x - \frac{1}{2}\left(X - \frac{g}{2b}\right)\right\}^2 + \left\{y - \frac{1}{2}Y\right\}^2 = 0:$$

la cubica perciò ha potenza in rispetto a quei suoi punti nei quali la tangente è parallela all' asse delle y. (*)

L' assintoto reale interseca la curva a distanza finita nel punto

$$x = X + \frac{g}{2b}, \quad y = Y - \frac{1}{Y}\frac{g}{2b}\left(X + \frac{g}{2b}\right);$$

e se il polo O fosse un punto dell' asse della parabola e perciò $Y = 0$, la cubica avrebbe un flesso nel suo punto reale a distanza infinita. Gli assintoti immaginarii sono diretti dal punto di mezzo del segmento che congiunge il polo O col fuoco della parabola ai due punti ciclici.

Il sistema delle due tangenti nel polo O è rappresentato dall' equazione

$$\frac{y - Y}{x - X} = \frac{b}{g}\left(Y \pm \sqrt{\frac{1}{b}(bY^2 + 2gX)}\right):$$

il polo O è dunque un punto coniugato della cubica, o una cuspide, o un

(*) V. Mem. cit. p. 346.

modo, se esso è interno alla parabola, o sulla parabola, o esterno alla parabola. Se il polo O è un punto della direttrice della parabola, le due tangenti la cubica nel suo punto doppio O sono scambievolmente perpendicolari: e in tal caso se si immagina un fascio di raggi uscenti da un punto fisso P posto sulla tangente la parabola nel suo vertice e a una distanza dal vertice stesso eguale alla metà dell' ordinata Y, e un fascio di circoli tutti a contatto fra loro nel polo O posto sulla direttrice e colla linea dei loro centri in una retta parallela all' asse della parabola, la cubica (f_1) coinciderà col luogo dei punti di contatto dei raggi del fascio di raggi coi circoli del fascio di circoli. (*) Ne segue che *le rette che dal centro di ciascun circolo* C *del fascio di circoli si possono condurre ai due punti di contatto di esso circolo* C *coi due raggi uscenti dal punto fisso* P *inviluppano una parabola.*

Se si pone il polo O nel fuoco della parabola, si ha

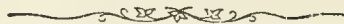
$$X = -\frac{g}{2b}, \quad Y = 0$$

e l' equazione (f_1) diventa

$$x\left\{\left(x+\frac{g}{2b}\right)^2+y^2\right\}=0:$$

la cubica si risolve nelle tre rette

$$x=0, \quad \left(x+\frac{g}{2b}\right)^2+y^2=0,$$

la prima delle quali è la tangente al vertice e le altre sono le due rette (immaginarie) che vanno dal fuoco della parabola ai due punti ciclici.

(*) V. loc. cit. p. 346-347.

SUGLI INTEGRALI DOPPI

NOTA

DEL

Prof. CESARE ARZELÀ

(Letta nella Sessione 13 Dicembre 1891).

La riducibilità di un integrale di campo alle due integrazioni successive, già oggetto di recente controversia fra Stolz e Harnack (*) e da quest'ultimo posta fuor di dubbio, è qui, nella sua generalità, in modo alquanto più semplice e chiaro, ottenuta.

Col concetto di *integrabilità uniforme*, è data poi una condizione affinchè una funzione non atta all'integrazione assoluta in un dato campo, sia atta invece alla duplice integrazione successiva e si dà pure una condizione, meno restrittiva di quella ordinaria, per la invertibilità delle integrazioni: infine colla considerazione delle funzioni, sempre crescenti o sempre decrescenti, secondo il verso degli assi, dovuta al prof. G. Ascoli (**), la proposizione ben nota nella teorica degli integrali semplici sotto il nome di *secondo teorema della media*, è estesa agli integrali doppi.

È un tenue contributo, che con ciò si arreca alla teoria degli integrali di funzioni di due variabili reali, ben lontana a dir vero, dall'avere quel pieno sviluppo che ha la corrispondente teoria per le funzioni di una sola variabile.

1. — Sia dato nel piano una curva C chiusa, rettificabile e quindi quadrabile e l'area contenuta si indichi con A. (***) La curva C non abbia punti multipli.

(*) Vedi *Mathematischen Annalen.* Band XXVI.

(**) Vedi Rendiconto dell'Istituto Lombardo, Vol. XXII, Serie II.

(***) Si intenderà una curva definita da due equazioni

$$x = \varphi(t), \qquad y = \psi(t)$$

$\varphi(t)$ e $\psi(t)$ essendo nell'intervallo da t_0 a T funzioni continue e a variazione limitata. — Vedi Jordan, *Cours d'Analyse.* Tome troisieme. Note.

Mediante due sistemi di curve rettificabili, sia il campo A diviso in parti $\omega_1, \omega_2 \ldots \omega_m$, e ad esse sieno coordinati dei numeri $L(\omega_1)$, $L(\omega_2), \ldots L(\omega_m)$, tutti compresi tra due numeri finiti L, l. Due altri sistemi di curve, pure rettificabili, dividano il campo A nelle parti $\omega'_1, \omega'_2 \ldots \omega'_{m'}$, alle quali sieno rispettivamente coordinati i numeri $L(\omega'_1)$, $L(\omega'_2), \ldots L(\omega'_{m'})$ pure compresi tra L e l e tra essi e i precedenti vi sia la relazione che, se una delle parti ω' ad es. ω_t' è contenuta interamente in una delle ω ad es., in ω_p, si abbia

$$L(\omega'_t) \leq L(\omega_p) .$$

Ciò posto, si consideri la somma

$$S = \omega_1 L(\omega_1) + \omega_2 L(\omega_2) + \cdots + \omega_m L(\omega_m) ;$$

ad ogni decomposizione del campo A in un insieme di parti $\omega_1, \omega_2 \ldots \omega_m$, ottenuta come dianzi s'è detto, corrisponderà un determinato valore di S. Il gruppo di tutti i valori S corrispondenti a tutti i possibili sistemi di parti (ω), ammette un limite superiore G e un limite inferiore G_1.

La massima corda che si possa condurre in una qualsiasi delle parti ω costituenti una determinata decomposizione del campo A, sia Δ: *se si considera una successione indefinita di sistemi qualunque di parti ω, decomponenti il campo* A, *al convergere della quantità Δ a zero, la* S *precedentemente definita, tende contemporaneamente ad un limite determinato che è il suo limite inferiore* G_1.

È questa una proposizione ben nota, che si dimostra fondandosi sul fatto che se un'area T racchiusa entro una curva rettificabile è da due sistemi di linee, divisa in parti $\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_n$ secondo una legge qualunque e di tali divisioni se ne immaginano infinite succedentisi così che la massima corda δ nelle parti appartenenti a una stessa divisione, vada via via impiccolendo indefinitamente, la somma di quelle parti T che sono attraversate dal contorno di T, tende a zero. Il che subito si vede pensando un cerchio col centro sul contorno e con raggio δ, che percorre il contorno medesimo. Dentro la zona così occupata dalle successive posizioni del cerchio cadono certamente tutte le parti delle quali si tratta. La lunghezza della zona, essendo finita, l'area di esse si ridurrà piccola a piacere, all'impiccolire di δ.

Il ragionamento con cui, fondandosi su ciò, si prova poi che, preso un numero positivo σ piccolo a piacere, esiste sempre un altro numero ε tale che per $\Delta < \varepsilon$, il valore S corrispondente soddisfa sempre alla disuguaglianza

$$G_1 < S < G_1 + \sigma ,$$

è ben semplice e troppo noto, perchè occorra ripeterlo qui.

2. — Se alle parti $\omega_1, \omega_2 \dots \omega_m$ sono coordinati dei numeri $l(\omega_1), l(\omega_2) \dots l(\omega_m)$ e alle altre $\omega'_1, \omega'_2 \dots \omega'_{m'}$, di un secondo sistema, dei numeri $l(\omega'_1), l(\omega'_2) \dots l(\omega'_{m'})$ tali che se ω'_t è contenuta in ω_p, sia

$$l(\omega'_t) \geq l(\omega_p),$$

allora *la somma*

$$s = \omega_1 l(\omega_1) + \omega_2 l(\omega_2) + \cdots + \omega_m l(\omega_m)$$

al decrescere indefinito delle Δ, *qualunque sia del resto la legge di formazione delle* ω, *tende ad un limite determinato, che è il suo limite superiore* g.

3. — Sia $f(xy)$ una funzione data nel campo A; L e l i rispettivi limiti superiori e inferiori. I simboli $L(\omega)$ e $l(\omega)$ precedenti indichino rispettivamente i limiti superiori e inferiori nella porzione ω del campo A. — Le due quantità

$$\lim_{\Delta=0} \Sigma\omega_s L(\omega_s) = G_1, \qquad \lim_{\Delta=0} \Sigma\omega_s l(\omega_s) = g$$

sono chiamate, quella *integrale superiore,* questa *integrale inferiore* della $f(xy)$ nel campo A. (*)

Esiste l'integrale $\int_A f(xy)dA$ esteso al campo A quando è $G_1 = g$, cioè, quando vi è un modo di impiccolimento delle ω pel quale si ha

$$\lim_{\Delta=0} \Sigma\omega_s D_s = 0$$

D_s oscillazione della $f(xy)$ in ω_s.

4. — Si consideri una divisione del campo A in rettangoli $\Delta x \Delta y$ e si tenga fisso per un momento, un valore di y e di Δy. — La somma $\Sigma' \Delta x L(y, \Delta x, \Delta y)$, dove $L(y, \Delta x, \Delta y)$ indica il limite superiore della $f(xy)$ nel rettangolo $\Delta x \Delta y$ e la Σ' è estesa a tutti i tratti Δx che cadono nella porzione di retta $Y = y$ contenuta nel campo, al convergere a zero delle Δx, in virtù della prop. del n. 1, tenderà ad un limite determinato che chiameremo $j(y, \Delta y)$. — Similmente sia $i(y, \Delta y)$ il limite cui tende la $\Sigma' \Delta x l(x, \Delta x, \Delta y)$; $l(x, \Delta x, \Delta y)$ essendo il limite inferiore della $f(xy)$ nel rettangolo $\Delta x \Delta y$.

(*) Vedi Volterra: *Sul concetto di integrale definito.* Battaglini Vol. XIX. — Bettazzi: *Sui concetti di derivazione etc.* ib. Vol. XXII, e anche Peano: *Sulle integrabilità delle funzioni.* — Atti dell'Accademia delle scienze di Torino, Vol. XVIII.

Le due somme $\Sigma''\Delta y j(y, \Delta y)$ e $\Sigma''\Delta y i(y, \Delta y)$ dove Σ'' è estesa a tutti i Δy nell'intervallo $c \dots d$, c e d essendo le ordinate estreme dei punti del contorno C, al decrescere delle Δy, tendono rispettivamente ai limiti G_1 e g. Per conseguenza la condizione dell'esistenza dell'integrale $\int_A f(xy)dA$ può anche dirsi che consiste nell'eguaglianza

$$\lim_{\Delta y = 0} \Sigma''\Delta y \{ j(y, \Delta y) - i(y, \Delta y) \} = 0 .$$

5. — Ciò premesso, sulla retta $Y = y$, per le prop. medesime dei n. 1 e 2 relativi al caso che il campo A sia un tratto di retta si ha l'integrale superiore

$$j(y) = \lim_{\Delta x = 0} \Sigma'\Delta x L(y, \Delta x)$$

1) e l'integrale inferiore

$$i(y) = \lim_{\Delta x = 0} \Sigma'\Delta x l(y, \Delta x)$$

$L(y, \Delta x)$ e $l(y, \Delta x)$ denotando i rispettivi limiti superiori e inferiori della $f(xy)$ in un tratto Δx sulla retta $Y = y$ e il segno Σ' esteso, come dianzi si è detto.

Pongasi che esista l'integrale $\int_A f(xy)dA$: si può prendere allora

$$\text{2)} \qquad \int_A f(xy)dA = \lim_{\Delta y = 0} \Sigma''\Delta y \lim_{\Delta x = 0} \Sigma'\Delta x l(y, \Delta x)$$

$$= \lim_{\Delta y = 0} \Sigma''\Delta y \lim_{\Delta x = 0} \Sigma'\Delta x L(y, \Delta x)$$

e a cagione della 1)

$$\int_A f(xy)dA = \lim_{\Delta y = 0} \Sigma''\Delta y i(y) = \lim_{\Delta y = 0} \Sigma''\Delta y j(y) .$$

Le funzioni i(y) *e* j(y) *sono dunque atte all'integrazione nell'intervallo* c ... d *e la differenza* j(y) — i(y) *è ivi una funzione di integrale nullo,* giacchè $\int_A f(xy)dA$ esiste non solamente esteso al campo A, ma anche esteso a una porzione qualunque di esso e quindi la Σ'' nella 2) può esser bene estesa a una parte qualunque di $c \dots d$.

L'essere $j(y) - i(y)$ di integrale nullo ci dice che, assegnato un numero

positivo σ piccolo a piacere, il gruppo dei valori y, pei quali può essere

$$|j(y) - i(y)| > \sigma$$

è rinchiudibile: ma che, in ogni tratto comunque piccolo di $c \dots d$, vi sono dei punti y nei quali è $j(y) - i(y) = 0$. In ogni tratto Δy dell' intervallo $c \dots d$, per piccolo che lo si prenda, vi sono dunque sempre dei valori y pei quali esiste determinato l'integrale $\int f(xy)dx$ esteso alla porzione di retta $Y = y$ contenuta nel campo ed è

$$\int f(xy)dx = j(y) = i(y)$$

ed è per questa ragione che nel calcolo

$$\lim_{\Delta y = 0} \Sigma'' \Delta y \left\{ \lim_{\Delta x = 0} \Sigma' \Delta x L(y, \Delta x) \right\} = \lim_{\Delta y = 0} \Sigma'' \Delta y j(y)$$

si può ad $j(y)$ sostituire $\int f(xy)dx$. Così è da intendersi l'eguaglianza

$$\int_A f(xy)dA = \int_c^d dy \int_{\lambda(y)} f(xy)dx$$

dove $\lambda(y)$ indica il tratto o la somma dei tratti della retta $Y = y$ contenuti nel campo.

Con procedimento analogo si perviene all'altra

$$\int_A f(xy)dA = \int_a^b dx \int_{\gamma(x)} f(xy)dy$$

$\gamma(x)$ denotando il tratto, e l'insieme dei tratti, della retta $X = x$ che cadono entro il campo e a e b sono le ascisse estreme del contorno di C.

Il gruppo dei valori y nei quali la $f(xy)$ può non essere atta all' integrazione rispetto a x, può dunque non essere rinchiudibile: rinchiudibile deve essere il gruppo di quei valori y pei quali le quantità $j(y)$ e $i(y)$ che, secondo la denominazione di Du Bois-Reymond, possono anche chiamarsi i limiti di indeterminazione della $\Sigma \Delta x f(xy)$ al convergere delle Δx a zero, differiscono per più di un numero assegnabile σ.

Altrettanto dicasi del gruppo dei valori x pei quali la $f(xy)$ può non essere atta all' integrazione rispetto a y.

6. — Le due condizioni: l' una, che $j(y)$ ovvero $i(y)$ sia funzione atta all' integrazione nell' intervallo $c \dots d$, l' altra che $j(y) - i(y)$ sia ivi di integrale nullo, sono condizioni *necessarie* per l' esistenza dell' integrale nel campo A, ma non *sufficienti*, giacché è

$$j(y) \leq j(y, \Delta y)$$
$$i(y) \geq (iy, \Delta y)$$

onde

$$j(y) - i(y) \leq j(y, \Delta y) - i(y, \Delta y):$$

epperò dell' essere

$$\lim_{\Delta y = 0} \Sigma'' \Delta y \,\{ j(y, \Delta y) - i(y, \Delta y) \} = 0$$

segue bene l' altra

$$\lim_{\Delta y = 0} \Sigma'' \Delta y \,\{ j(y) - i(y) \} = 0 \,,$$

ma non inversamente. — Inoltre dall' esistenza dei limiti

$$\lim_{\Delta y = 0} \Sigma'' \Delta y j(y, \Delta y) \quad \text{e} \quad \lim_{\Delta y = 0} \Sigma'' \Delta y i(y, \Delta y)$$

non ne deriva affatto l' esistenza degli altri

$$\lim_{\Delta y = 0} \Sigma'' \Delta y j(y) \quad \text{e} \quad \lim_{\Delta y = 0} \Sigma'' \Delta y i(y) \,.$$

7. — Le due condizioni ora dette, cioè che $j(y) - i(y)$ sia nell' intervallo $c \dots d$ d' integrale nullo e $j(y)$ e quindi anche $i(y)$, sia ivi integrabile, sono invece *necessarie e sufficienti* perché abbia significato *l' integrale doppio ordinario.*

Invero, pongasi per un momento $\int\limits_{\lambda(y)} f(xy)dx = \phi(y)$; per valore di $\phi(y)$ in un punto y tra c e d, potrà prendersi un valore qualsiasi compreso tra $i(y)$ e $j(y)$, questi inclusi. Se esiste l' integrale $\int\limits_c^d dy \int\limits_{\lambda(y)} f(xy)dy$, ciò significa che una funzione $\phi(y)$, definita come ora si è detto, è *sempre* atta all' integrazione tra c e d: cioè, tutte quante le funzioni $\phi(y)$ che si possono pen-

sare così determinate hanno uno stesso integrale tra c e d: dunque in particolare sono atte ivi all'integrazione $i(y)$ e $j(y)$ e $j(y)-i(y)$ è di integrale nullo. — Viceversa, se è $\int_c^d i(y)dy = \int_c^d j(y)dy$, dovrà essere pure

$$\int_c^d i(y)dy = \int_c^d dy\left(\int_{\lambda(y)} f(xy)dx\right) = \int_c^d j(y)dy .$$

Analogamente, se a e b sono le ascisse estreme dei punti del contorno C, $j(x)$, $i(x)$ l'integrale superiore e inferiore rispettivamente sulla retta $X=x$, l'essere $j(x)-i(x)$ d'integrale nullo tra a, b, e $i(x)$ atta ivi all'integrazione, sono le condizioni necessarie e sufficienti all'esistenza dell'integrale

$$\int_a^b dx \int_{\lambda(x)} f(xy)dy .$$

Nel rettangolo contenuto dagli assi e dalle rette $x=1, y=1$ sia la $f(xy)$ definita con questa legge: per ogni valore x razionale sia $f(xy)=1$: per ogni x irrazionale sia $f(xy)=2y$; allora è

$$\int_0^1 dx \int_0^1 f(xy)dy = 1$$

mentre $\int_0^1 dy \int_0^1 f(xy)dx$ non ha significato. (*)

8. — Delle due condizioni ora dette, una, quella cioè che $j(y)-i(y)$ sia tra c e d d'integrale nullo, si verifica direttamente sulla funzione data; essa è ad es. sicuramente soddisfatta se la $f(xy)$ è, rispetto a x, integrabile per ogni valore y fisso, o anche solo se ciò avviene per tutti i valori y tra c e d, eccettuati quelli di un gruppo rinchiudibile. Quanto all'altra condizione, cioè, all'integrabilità di $i(y)$ possiamo asserire che essa è certamente verificata *se per ognuna delle rette* $\mathrm{Y}=\mathrm{y}$, *eccetto al più quelle di un gruppo rinchiudibile, in ogni punto* (xy) *del tratto di essa che cade nel campo,* f(xy) *è continua rispetto a* y *e il contorno esterno del campo medesimo, come anche quello di ogni lacuna interna, si può riguardare formato di due curve rappresentabili ognuna da una equazione* $\mathrm{x}=\theta(\mathrm{y})$, *con* $\theta(\mathrm{y})$ *funzione continua di* y *tra* c *e* d. (**)

(*) S. Thomae. — *Ueber bestimmte integrale.* — Zeitschrift für Mathematik und Physik. (XXIII jahrgang).

(**) Vedi mia nota: *Sugli integrali di funzioni che contengono un'altra variabile* ecc. — Rendiconti dell'Accademia delle Scienze di Bologna — 1888.

Ma questa condizione è largamente sufficiente: non è quindi vano darne qui una assai meno restrittiva.

Si riprenda la considerazione della retta $Y = y$ e della $\Sigma\delta_s D_s$ relativa ad essa, le δ_s essendo i tratti Δx sulla medesima e D_s le oscillazioni corrispondenti della $f(xy)$. Si ha

$$j(y) - i(y) = \lim_{\delta=0} \Sigma\delta_s D_s$$

Vi è qui luogo a introdurre la distinzione che la somma $\Sigma\delta_s D_s$, al decrescere delle δ, converga al suo limite in eguale grado per tutti i valori y tra c e d, ovvero non vi converga: volendosi con ciò intendere, come si sa, che per ogni numero positivo σ piccolo ad arbitrio, possa esistere o no, un numero ε tale che, quando tutte le δ sono inferiori ad ε, sia

$$| j(y) - i(y) - \Sigma\delta_s D_s | < \sigma$$

per tutti gli y tra c e d.

Ciò premesso, sia $j(y) - i(y)$ d' integrale nullo: ciò equivale a dire che è rinchiudibile il gruppo dei valori y pei quali, al decrescere comunque delle δ, rimane sempre

$$\Sigma\delta_s D_s > \sigma$$

σ essendo un numero positivo arbitrario.

Se, in questo caso, la $\Sigma\delta_s D_s$ converge in egual grado, secondo la definizione data sopra, diremo che la $f(xy)$ *è nell' intervallo* c ... d, *in generale, uniformemente integrabile rispetto a* x.

L' intervallo $a \dots b$ sia diviso nelle parti $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$: nel tratto della retta $Y = y_t$ o nell' insieme dei tratti di essa che cadono dentro il campo, saranno contenute le $\delta_{p_t}, \delta_{p_t+1} \dots, \delta_{n_t}$ essendo $p_t \geq 1$ e $n_t \overline{<} n$ e potendo la serie degli indici $p_t, p_t + 1, \dots n_t$ non resultare di numeri consecutivi: potranno inoltre, nel tratto detto, cadere anche in parte le δ_{p_t-1} e δ_{n_t+1}. — Si potrà scrivere

$$i(y_t) = \delta_{p_t} l(\delta_{p_t}, y_t) + \delta_{p_t+1} l(\delta_{p_t+1} y_t) + \dots + \delta_{n_t} l(\delta_{n_t}, y_t) +$$
$$+ \sigma(y_t) + \theta_1 \delta_{p_t-1} l(\delta_{p_t-1} y_t) + \theta_2 \delta_{n_t+1} l(\delta_{n_t+1} y_t)$$

con $0 \leq \theta_1 < 1$, $0 \leq \theta_2 < 1$ e $\sigma(y_t)$ indicando una quantità che tende sempre a zero colle δ; ovvero anche sarà

$$i(y_t) = \delta_{p_t} f(x_{p_t}, y_t) + \delta_{p_t+1} f(x_{p_t+1}, y_t) + \dots + \delta_{n_t} f(x_{n_t}, y_t) + \sigma(y_t)$$
$$+ K_t \sum_{p_t-1}^{n_t+1} \delta_s D_s + \theta_1 \delta_{p_t-1} f(x_{p_t-1} y_t) + \theta_2 \delta_{n_t+1} f(x_{n_t+1}, y_t) ;$$

dove $(x_{p_t} y_t)$ è punto nel tratto δ_{p_t}, (x_{p_t+1}, y_t) un punto nel tratto δ_{p_t+1}, ecc. ecc., K_t un numero compreso tra -1 e $+1$ ed è sempre

$$\sigma(y_t) < \Sigma \delta_s D_s.$$

L' intervallo $c \ldots d$ sia diviso nelle parti $d_1, d_2, \ldots d_m$: $y_1, y_2, \ldots y_m$ sieno le ordinate dei punti di divisione. — Si consideri una di queste parti d_t: tenuti fissi i valori x_{p_t}, $x_{p_t}+1 \ldots$ le oscillazioni delle $f(x_{p_t} y)$, $f(x_{p_t+1}, y) \ldots$ come funzioni di y nell' intervallo d_t sieno rispettivamente G_{p_t}, $G_{p_t+1}, \ldots$; $\sigma^{(t)}(y)$ l'oscillazione della $\sigma(y)$; $(K_t \Sigma \delta_s D_s)^{(t)}$ quella della $K_t \Sigma \delta_s D_s$. — Se il contorno esterno C si spezza in due parti segnando in esso i punti di massima e minima ordinata, C_1 cioè, la parte a sinistra, C_2 quella a destra e si indica con x_t l' ascissa minima nel tratto di C_1 che ha per proiezione d_t sull'asse y, x'_t la massima: similmente con X_t e X'_t l'ascissa massima e minima relativa al tratto corrispondente di C_2: se è Δ_t l'oscillazione di $i(y)$ nell'intervallo d_t, si avrà evidentemente

$$\Delta_t \leq \delta_{p_t} G_{p_t} + \delta_{p_t+1} G_{p_t+1} + \cdots + \delta_{n_t} G_{n_t} + \sigma^{(t)}(y) + (K_t \Sigma \delta_s D_s)^{(t)} + \\ + (x'_t - x_t) D_{1,t} + (X_t - X'_t) D_{2,t}$$

$D_{1,t}$ e $D_{2,t}$ essendo le oscillazioni della $f(xy)$ nei rettangoli $d_t(x'_t - x_t)$ e $d_t(X_t - X'_t)$: dimodochè

$$\sum_1^m d_t \Delta_t \leq \sum_1^m d_t (x'_t - x_t) D_{1,t} + \sum_1^m d_t (X_t - X'_t) D_{2,t} + \sum_1^m d_t \sigma^{(t)}(y) + \sum_1^m d_t (K_t \Sigma \delta_s D_s)^{(t)} + \\ + \sum_1^m d_t \{ \delta_{p_t} G_{p_t} + \delta_{p_t+1} G_{p_t+1} + \cdots + \delta_{n_t} G_{n_t} \}.$$

Ora è facile vedere che prendendo le d abbastanza piccole si può rendere il secondo membro minore di quel numero che si vuole.

Invero, le δ sieno prese tutte così piccole, che la somma $\Sigma \delta_s D_s$, sopra ogni retta $Y = y$, resulti prossima al suo limite per meno di σ_1, σ_1 essendo un numero scelto piccolo a piacere e si tenga, per un momento, fisso un siffatto sistema di parti δ. Sarà dunque

$$\Sigma \delta_s D_s < \sigma + \sigma_1$$

per ogni valore di y, eccettuati quelli di un gruppo rinchiudibile e per quanto sopra si osservò, sarà pure similmente

$$\sigma(y) < \sigma + \sigma_1.$$

Per le differenze $x'_t - x_t$, e $X_t - X'_t$ poi, è da notare che la $x = \varphi(t)$ essendo a variazione limitata ve ne potrà essere solo un numero *determinato* che sieno sempre superiori a un numero arbitrario σ comunque si scelgano i tratti d. — Quanto alla somma

$$\sum_1^m d_t \{ \delta_{p_t} G_{p_t} + \delta_{p_t+1} G_{p_t+1} + \cdots + \delta_{n_t} G_{n_t} \}$$

si potrà scriverla

$$\delta_1 \left(\sum_{r_1}^{m_1} d_s G_{s,1} \right) + \delta_2 \left(\sum_{r_2}^{m_2} d_s G_{s,2} \right) + \cdots + \delta_n \left(\sum_{r_n}^{m_n} d_s G_{s,n} \right)$$

i numeri $r_1, r_2 \ldots r_n$ essendo ≥ 1 e i numeri $m_1, m_2 \ldots m_n \leq m$. Se si considera ad es. il secondo termine di questa somma, le d_s sono le parti d contenute sul tratto di retta $X = x_2$ che cade nel campo e le $G_{s,2}$ le rispettive oscillazioni della $f(x_2 y)$, x_2 essendo un punto fisso di δ_2.

Se ora in ognuna delle parti δ si ammette che vi sia almeno un valore x pel quale la $f(xy)$ sia atta all' integrazione rispetto a y, le somme $\sum_{r_1}^{m_1} d_s G_{s,1}$, $\sum_{r_2}^{m_2} d_s G_{s2} \ldots$, che sono in numero di n, si potranno, prendendo le d abbastanza piccole, rendere minore di quel numero che si vuole: ma, se si nota che la somma $\sum_1^m d_t (K_t \Sigma \delta_s D_s)^{(t)}$ potendosi scomporre in due parti, l'una quella relativa alle parti d, dentro cui non cade alcun punto y pel quale sia

$$\Sigma \delta_s D_s > \sigma + \sigma_1,$$

l' altra, quella relativa alle d, dentro cui cadono i punti pei quali è

$$\Sigma \delta_s D_s > \sigma + \sigma_1:$$

puó farsi minore di

$$2(\sigma + \sigma_1)(d - c) + \gamma M$$

γ essendo la somma delle d ultimamente dette e M un numero finito; σ, σ_1, γ essendo numeri arbitrari; e si aggiunge che una proprietà analoga vale per ciascuna delle altre somme

$$\Sigma d_t \sigma^{(t)}(y), \quad \Sigma d_t (x_t - x'_t) D_{1,t}, \quad \Sigma d_t (x' - x) D_{2t}$$

si conclude che la $\Sigma d_t \Delta_t$, all' impiccolire delle d_t si può rendere di quella piccolezza che si vuole, di dove discende la integrabilità di $i(y)$.

Esiste dunque $\int\limits_c^d dy \int\limits_{\lambda(y)} f(xy)dx$ *se la* f(xy) *rispetto a* x *è, in generale, uniformemente integrabile per* y *nell'intervallo* c ... d *e se è integrabile rispetto a* y, *almeno per un valore* x *in ogni porzione comunque piccola di* a ... b.

Queste condizioni non sono necessarie, e si vede subito che esse, sufficienti per l'esistenza dell'integrale $\int dy \int f(xy)dx$ non lo sono però per l'esistenza dell'altro $\int dx \int dy f(xy)$.

8. — Suppongasi ora che la $f(xy)$ *sia uniformemente integrabile, in generale, rispetto a* x, *pei valori di* y *tra* c *e* d *e sia, del pari, uniformemente integrabile, in generale, rispetto a* y, *per i valori di* x *tra* a *e* b. — *Esisteranno allora ambedue gli integrali*

$$\int\limits_c^d dy \int\limits_{\lambda(y)} f(xy)dx\,, \quad \int\limits_a^b dx \int\limits_{\gamma(x)} f(xy)dy$$

e inoltre saranno eguali.

Riprendendo la formola

$$i(y_t) = \delta_{p_t} f(x_{p_t}, y_t) + \delta_{p_t+1} f(x_{p_t+1}, y_t) + \cdots + \delta_{n_t} f(x_{n_t} y_t) + \sigma(y_t) + \\ + k_t \sum_{p_t-1}^{n_t+1} \delta_s D_s + \theta_1 \delta_{p_t-1} f(x_{p_t-1}, y_t) + \theta_2 \delta_{p_t+1} f(x_{p_t+1}, y_t)$$

e l'altra analoga

$$i(x_r) = d_{q_r} f(x_r y_{q_r}) + d_{q_r+1} f(x_r y_{q_r+1}) + \cdots + d_{\nu_r} f(x_r y_{\nu_r}) + \sigma(x_r) + \\ + h_r \sum_{q_r-1}^{\nu_r+1} d_t \Delta_t + \theta_3 d_{q_r-1} f(x_r y_{q_r-1}) + \theta_4 d_{\nu_r+1} f(x_r y_{\nu_r+1})$$

si avrà da considerare

$$\sum_1^m d_t i(y_t) = \sum_1^m d_t \{ \delta_{p_t} f(x_{p_t} y_t) + \delta_{p_t+1} f(x_{p_t+1} y_t) + \cdots + \delta_{n_t} f(x_{n_t} y_t) \} + \sum_1^m d_t \sigma(y_t) + \\ + \sum_1^m d_t \left(k_t \sum_{q_t-1}^{n_t+1} \delta_s D_s \right) + \sum_1^m d_t \{ \theta_1 \delta_{p_t-1} f(x_{p_t-1}, y_t) + \theta_2 \delta_{n_t+1} f(x_{n_t+1} y_t) \},$$

e

$$\sum_1^n \delta_r i(x_r) = \sum_1^n \delta_r \{ d_{q_r} f(x_r, y_{q_r}) + d_{q_r+1} f(x_r, y_{q_r+1}) + \cdots + d_{\nu_r} f(x_r, y_{\nu_r}) \} + \sum_1^n \delta_r \sigma(x_r) + \\ + \sum_1^n \delta_r \left(h_r \sum_{q_r-1}^{\nu_r+1} d_t \Delta_t \right) + \sum_1^n \delta_r \{ \theta_3 d_{q_r-1} f(x_r y_{q_r-1}) + \theta_4 d_{\nu_r+1} f(x_r, y_{\nu_r+1}) \}.$$

L'ultimo termine in ciascuno dei secondi membri è inferiore al prodotto di L per la somma dei rettangoli $d\delta$ attraversati dal contorno C; rammentando quindi le considerazioni esposte precedentemente, si vede subito che quando le d e δ sieno abbastanza piccole, gli ultimi tre termini di ciascuno dei secondi membri possono farsi minori di σ, σ essendo un numero preso piccolo a piacere. — Quanto alle due somme

$$\sum_1^m d_t \{ \delta_{p_t} f(x_{p_t} y_t) + \cdots + \delta_{n_t} f(x_{n_t} y_t) \}$$

$$\sum_1^n \delta_r \{ d_{q_r} f(x_r, y_{q_r}) + \cdots + d_{\nu_r} f(x_r y_{\nu_r}) \},$$

per ogni sistema di parti d e δ, che via via si vada considerando, si possono, scegliendo opportunamente i parti $(x_{p_t}, y_t)\ldots$, e gli altri $(x_r, y_{q_r})\ldots$, far sempre coincidere.

Si ha dunque

$$\lim_{d=0} \Sigma d_t i(y_t) = \lim_{\delta=0} \Sigma \delta_r i(x_r)$$

cioè

$$\int_c^d dy \int_{\lambda(y)} f(xy)dx = \int_a^b dx \int_{\gamma(x)} f(xy)dy .$$

8$_1$. — Una funzione $f(xy)$ essendo atta all'integrazione in un campo A lo è pure in ogni porzione A_1 di esso: dimodochè se C_1 indica una curva che separa una simile porzione, l'integrale $\int_{A_1} f(xy)dA_1$ esteso ad essa può riguardarsi come una funzione dipendente dalla curva C_1. — Vogliamo qui aggiungere una proprietà degli integrali di campo considerati sotto questo aspetto.

Perciò, richiamiamo alcuni concetti stabiliti nella nota *Sulle funzioni di linee* già pubblicata nei Rendiconti dell'Accademia dei Lincei (1889). —

Ente-limite di un gruppo di enti, punti o linee, è un ente, punto o linea, tale che in ogni suo intorno limitato da linee discoste dell'ente medesimo per più di un numero assegnabile, sono contenuti *per intero* infiniti enti appartenenti al gruppo, da ognuno dei quali ciascun punto dell'ente ora detto, dista per meno di una quantità δ che può scegliersi piccola a piacere.

Ora noi consideriamo nel campo A ogni ente, linea o punto, in esso pensabile e poichè una linea aperta può riguardarsi come una linea chiusa formata di due linee uguali coincidenti e un punto, come un cerchio di

raggio nullo, così possiamo limitarci a parlare di linee chiuse. Siano esse continue, rettificabili, e prive di punti multipli.

Ogni ente della varietà di curve, della quale pensiamo ricoperto il campo A, sia *ente-limite* per qualche gruppo di enti di essa e ogni ente-limite di un gruppo qualsiasi appartenga alla varietà medesima.

Fissati due enti qualunque λ_1 e λ_2, si possa sempre *sceverare* dalla varietà un insieme di enti che allacci λ_1 e λ_2: in modo, cioè che preso ε piccolo a piacere, mediante una successione di enti dell'insieme, che si considera, discosti ognuno da quello, che lo precede per meno di ε, si possa da λ_1 pervenire a λ_2 e inoltre ogni ente di un tale insieme sia ente-limite per ogni successione di enti dell'insieme medesimo che vanno a quello avvicinandosi indefinitamente.

Esprimeremo queste proprietà della varietà, dicendola: *perfetta e ben concatenata;* o meglio: *una varietà continua di curve nel campo* A.

Funzione degli enti che costituiscono la varietà è una quantità che ha un valore determinato per ognuno di tali enti.

Continua in un certo ente si dirà la funzione se il valore che ha in esso, è il limite dei valori che ha negli enti di qualsiasi gruppo avente per unico ente-limite l'ente considerato.

Su queste basi si dimostrano subito (vedi nota menzionata) anche per le funzioni continue di linee i teoremi fondamentali che valgono per le funzioni continue di punti.

9. — Nel campo A che supponiamo connesso sia la funzione $f(xy)$ finita e atta all'integrazione e $\phi(xy)$ un'altra funzione continua che, secondo il verso positivo di ciascuno degli assi, varia sempre in uno stesso senso, cioè, è sempre non decrescente, ovvero sempre non crescente.

Di una tale funzione si sa che raggiunge il suo massimo e il suo minimo in punti, in certo qual modo, opposti sul contorno C_A; che, lungo ogni ramo di curva la cui ordinata cresce al crescere dell'ascissa, rispettivamente non decresce, ovvero mai cresce; che infine, se g è un valore compreso tra il minimo e il massimo, vi è sempre una linea l_s e una sola, non necessariamente connessa e cogli estremi sulla curva o sulle curve se ve n'è più d'una, che formano il contorno C_A, in ogni punto della quale la $\phi(xy)$ assume il valore g.

Tali linee, poichè di esse ve ne è una per ogni punto del campo e, come si sa e come del resto si dimostrerebbe facilmente valendosi del ben noto teorema di Cantor, godono della *eguale continuità*, costituiscono una varietà *perfetta* e come è intuitivo, *ben concatenata*.

Se a ciascuna di tali linee si intende unita una delle due parti, non necessariamente connesse, nelle quali il contorno C_A è spezzato degli estremi di quella, la curva o l'insieme delle curve, che così resultano, è il con-

torno completo di una porzione del campo ed è manifesto che anche la varietà di tutte le linee così composte è perfetta e ben concatenata.

Indichi C_s una delle curve ora dette e dA l'elemento di campo: l'integrale $\int_{c_s} f(xy)dA$ esteso alla porzione del campo, racchiusa da C_s, è evidentemente una funzione continua nella varietà delle curve C_s. — Esso assumerà dunque, per qualche curva C_s, il suo massimo, il suo minimo e ogni valore compreso tra questi.

Gli elementi ω_s, nei quali consideriamo diviso il campo A, sieno determinati dalle linee già accennate $l_1, l_2, \ldots l_n$, lungo ciascuna delle quali la $\varphi(xy)$ ha sempre un valore fisso e da altre linee $\lambda_1, \lambda_2 \ldots \lambda_m$, che possono scegliersi in infiniti modi.

Si avrà

$$\int_{c_A} f(xy)\varphi(xy)dA = \lim_{\omega_s=0} \Sigma\omega_s f_s \varphi_s$$

f_s e φ_s valori delle $f(xy)$ e $\varphi(xy)$ in qualche punto di ω_s.

Ora si può scrivere

$$\Sigma\omega_s f_s \varphi_s = \varphi_1 \sum_1^{m_1} \omega_s f_s + \varphi_2 \sum_{m_1}^{m_2} \omega_s f_s + \cdots + \varphi_n \sum_{m_{n-1}}^{m_n} \omega_s f_s + \varphi_n \sum_{m_n}^{m_{n+1}} \omega_s f_s$$

dove $\varphi_1 \varphi_2 \ldots \varphi_n$ sono i valori fissi che la $\varphi(xy)$ ha rispettivamente lungo le linee $l_1, l_2 \ldots l_n$. : m_1 è il numero degli elementi ω_s contenuti nella porzione di campo, il cui contorno è formato da l_1 e da parte di C_A: parte di C_A nella quale cadrà il punto o i punti di minimo o di massimo della $\varphi(xy)$; $m_2 - m_1$ è il numero degli ω_s che cadono nella porzione di campo tra l_1 e l_2 e così di seguito; infine $m_{n+1} - m_n$ è il numero degli ω_s contenuti nell'ultima porzione, racchiusa da l_n e da una parte di C_A; parte nella quale cade il punto di massimo o di minimo rispettivamente della $\varphi(xy)$, secondoché essa sarà non decrescente ovvero non crescente secondo il verso positivo degli assi.

Si ha anche

$$\Sigma\omega_s f_s \varphi_s = (\varphi_1 - \varphi_2) \sum_1^{m_1} \omega_s f_s + (\varphi_2 - \varphi_3) \sum_1^{m_2} \omega_s f_s + \cdots + (\varphi_{n-1} - \varphi_n) \sum_1^{m_n} \omega_s f_s + \varphi_n \sum_1^{m_{n+1}} \omega_s f_s$$

ma $\varphi_1 - \varphi_2, \ldots \varphi_{n-1} - \varphi_n$ sono tutte negative o tutte positive: epperò

$$\Sigma\omega_s f_s \varphi_s = \mu \{ \varphi_1 - \varphi_2 + \cdots + \varphi_{n-1} - \varphi_n \} + \varphi_n \sum_1^{m_{n+1}} \omega_s f_s$$

$$= \mu \{ \varphi_1 - \varphi_n \} + \varphi_n \sum_1^{m_{n+1}} \omega_s f_s$$

dove μ è una quantità compresa tra m_1 e M_1 minima e massima tra le somme $\sum_1^{m_1}\omega_s f_s, \sum_1^{m_2}\omega_s f_s, \ldots \sum_1^{m_n}\omega_s f_s$.

Se ora si immagina che gli elementi ω_s impiccoliscano simultaneamente e indefinitamente, m_1 e M_1 tenderanno rispettivamente a m e M, minimo quello, massimo questo dell'integrale $\int_{C_s} f(xy)dA$ riguardato come *funzione continua* delle curve della varietà (C_s) nel campo A; dimodochè μ diverrà uno dei valori di questo integrale: $\sum_1^{m_{n+1}} \omega_s f_s$ diviene $\int_{C_A} f(xy)dA$ e φ_1, φ_n infine tendono rispettivamente a Φ_0 e Φ_1 valori estremi della $\varphi(xy)$ in A.

Si ottiene dunque la formola

$$\int_{C_A} f(xy)\varphi(xy)dA = (\Phi_0 - \Phi_1)\int_{C_s} f(xy)dA + \Phi_1 \int_{C_A} f(xy)dA$$

dove C_s è una determinata curva tra quelle della varietà (C_s).

Anche si può scrivere

$$\int_{C_A} f(xy)\varphi(xy)dA = \Phi_0 \int_{C_s} f(xy)dA + \Phi_1 \int_{C_A - C_s} f(xy)dA$$

dove $C_A - C_s$ indica il contorno della porzione di campo che rimane dell'intero campo A, quando se ne separa la porzione racchiusa dalla curva C_s.

Esiste dunque una linea l_s e possono anche esisterne più, che spezza il campo A in due parti, l'una racchiusa da C_s, l'altra da $C_A - C_s$ tali che per esse si può scomporre l'integrale esteso all'intero campo, come la formola precedente insegna.

NUOVO METODO DI DETERMINAZIONE VOLUMETRICA

DELL' ACIDO SOLFIDRICO

E DI DETERMINAZIONE CONTEMPORANEA

DELL' ACIDO SOLFIDRICO E DELL' ANIDRIDE CARBONICA

NEI LORO DIVERSI STATI NELLE ACQUE MINERALI

NOTA

del Dottor **GIUSEPPE VENTUROLI**

(Letta nella Sessione delli 13 Dicembre 1891).

Nello scorso Aprile ero intento ad un lavoro sulla determinazione volumetrica dell' Anidride carbonica nelle acque naturali, quando nel 7.° numero del *Journal de Pharmacie et de Chimie* dello stesso mese lessi un metodo, proposto dal Sig. H. Brétet per dosare quell' anidride nelle acque minerali fondato sugli stessi principî su cui posava quello che io stavo studiando e che già era riuscito a stabilire. Questo metodo consiste nel dosare volumetricamente l' anidride carbonica con soluzione di potassa caustica o carbonata titolata, in presenza di fenolftaleina. Esso si fonda sulla proprietà che ha la fenolftaleina di colorarsi in rosso coi carbonati neutri alcalini e di non esser colorata dai bicarbonati e dall' anidride carbonica libera. Si mette in pratica versando dell' alcali titolato nell' acqua in esame fino ad ottenere leggiera colorazione rossa, indizio questo che tutta l' anidride carbonica libera si è trasformata in bicarbonato. La colorazione rossa è data da una traccia di carbonato neutro, formatosi per lievissimo eccesso d' alcali. Dalla quantità di questo consumata, si deduce quella dell' anidride carbonica libera. Si aggiunge allora a goccia a goccia dell' acido solforico titolato facendo bollire per iscacciare l' anidride carbonica che si rende libera, e se ne aggiunge fino a decolorazione completa. In seguito si pone nuovo alcali fino a che si ottenga una leggiera colorazione rossa persistente all' ebollizione. Dalla quantità di acido solforico consumato si deduce la quantità di anidride carbonica semicombinata e combinata. Questo metodo è lo stesso che io era riuscito a stabilire; quindi tralasciai ogni ulteriore studio del medesimo. Esso però è esatto per rispetto alla determinazione dell' acido carbonico semicombinato e combinato, solo

alla condizione che le acque oltre ai carbonati non contengano altri sali decomponibili anch' essi dall' acido solforico, come solfuri, nitriti, iposolfiti, ecc. ecc. Se non che mi venne l' idea di applicarlo al dosamento dell' acido solfidrico nelle acque solforose, partendo dal fatto che questo composto è un acido bibasico e gassoso come l' acido carbonico e forma come questo sali acidi e sali neutri, e dalla supposizione che esso nei suoi diversi stati si comportasse per rispetto alla fenolftaleina come l' acido carbonico. E per verità l' esperienza fu conforme a questa mia previsione, poichè realmente questa materia colorante mentre rimane inalterata in presenza di acido solfidrico libero e dei solfidrati, subito si colora in rosso per la più piccola quantità di un solfuro neutro solubile. Varie prove eseguite su liquidi contenenti quantità note di un solfuro, solfidrato, e di acido solfidrico libero mi hanno dato risultati esatti. Ma poichè la fenolftaleina, come abbiam visto, si comporta verso i carbonati solubili nel modo stesso che verso i solfuri, si comprende come questo metodo non possa più applicarsi nei casi pratici alle acque solfidriche naturali; nello stesso modo che il metodo del Brétet, sopra accennato per l' acido carbonico, non può impiegarsi per le acque naturali minerali che contengono oltre l' acido carbonico anche l' acido solfidrico e solfuri. Ed è appunto lo studio di un metodo che, superando queste difficoltà, potesse permettere la contemporanea determinazione volumetrica di questi due acidi nei loro diversi stati; che forma l' oggetto di questa nota.

Il dosamento degli acidi solfidrico e carbonico nei loro diversi stati nelle acque è mai sempre stato un problema circondato da certe difficoltà. Fra i diversi metodi proposti per la determinazione dell' acido solfidrico, citerò quello fondato sulle proprietà che ha un sale solubile di cadmio, di precipitare completamente da soluzioni anche diluite tutto l' acido solfidrico tanto allo stato libero, che allo stato di solfidrato e di solfuro neutro, sotto forma di solfuro di cadmio, dal quale si deduce poi la quantità di acido solfidrico totale trasformando lo zolfo in acido solforico che si dosa come solfato di bario. Ma questo metodo oltre essere di esecuzione piuttosto lunga, come quasi tutti i metodi per pesata, non dà che il quantitativo totale dell' acido, senza tener conto dei diversi stati sotto i quali esso può trovarsi nelle acque solfidriche.

Quest' ultima considerazione è applicabile anche al metodo per la prima volta proposto dal Dupasquier, e fondato sulla proprietà che ha lo jodo di unirsi all' idrogeno del gas solfidrico, per dare acido jodidrico secondo l' equazione:

$$H^2S + I^2 = 2HI + S.$$

Infatti, come è noto, per dosare con questo metodo l' acido solfidrico, si

impiega una soluzione titolata di jodio e come indicatore la salda d' amido, che si colora in azzurro quando tutto l' acido solfidrico venne decomposto. Ora lo jodo reagisce allo stesso modo tanto coll' acido solfidrico libero, come coi solfidrati, solfuri e iposolfiti; per cui esso può servire per una determinazione quantitativa di tutto lo zolfo sotto le accennate forme; è inapplicabile quando si voglia determinare la quantità di zolfo appartenente a ciascuna di quelle forme di combinazione. In quest' ultimo non infrequente caso è giocoforza ricorrere, volendo far uso della soluzione titolata di jodo, a metodi complementari e a diverse operazioni che sono sempre lunghe e che sempre non danno risultati esattissimi. Così dopo avere determinata la quantità totale dello zolfo così detto epatico, si suole determinare la quantità di acido solfidrico libero scacciandolo da altra quantità d' acqua minerale mediante prolungata corrente d' idrogeno, determinando di nuovo nell' acqua medesima la quantità rimanente di zolfo epatico mediante la soluzione titolata di jodo, e sottraendo questa dalla quantità totale già nota.

Per la determinazione poi dell' acido solfidrico dei solfidrati suolsi seguire il metodo del Simmler [*] citato dal Fresenius, [**] col quale dapprima si determina l' acido solfidrico libero scacciandolo come si disse con corrente di idrogeno e si determina poi quello dei solfidrati e dei solfuri aggiungendo del solfato di manganese, che coi solfidrati, come è noto, forma solfuro manganoso, rendendo libera la metà dell' acido solfidrico appartenente ai solfidrati; e che anch' esso si determina o per differenza scacciandolo dall' acqua mediante corrente di idrogeno, o deducendolo dalla quantità del medesimo acido combinato al manganese, sapendosi che nei solfidrati la quantità dell' acido solfidrico semicombinato è perfettamente eguale a quella appartenente ai solfuri neutri. La quantità poi dello zolfo contenuto negli iposolfiti si stabilisce o per differenza mediante la soluzione titolata di jodo nell' acqua di cui si conosca in antecedenza il contenuto totale di zolfo epatico, e dalla quale si sia scacciato mediante la corrente di idrogeno e il solfato di manganese, l' acido libero, il combinato ed il semicombinato. Oppure eliminando l' acido solfidrico totale con solfato di cadmio e trasformando lo zolfo degli iposolfiti in solfuro di argento mediante ebollizione con nitrato di argento.

Rilevasi dal su esposto quanto lunghi e complicati sieno i metodi di determinazione quantitativa dell' acido solfidrico nei suoi diversi stati; e inoltre, come avrò occasione di accennare più avanti, non sono sempre esattissimi. Le stesse considerazioni sono in parte applicabili ai metodi co-

---

[*] *Journal f. prackt Chem.* 71, 27.
[**] *Anleitung. quant. Chem. Anal.* §. 108, 8.

munemente seguiti per la determinazione dell' anidride carbonica nelle acque. Uno dei metodi di determinazione di questa anidride libera e semicombinata consiste nel far bollire un volume noto di acqua, nel raccogliere i gas che si svolgono in una campanella graduata posta nel bagno di mercurio. L' acido carbonico si fa assorbire dalla potassa caustica e la diminuzione di volume osservata, tenuto calcolo della tensione del vapor acqueo, della temperatura e della pressione al momento dell' osservazione, dà la quantità di anidride carbonica libera e semicombinata.

Altro metodo di determinazione quantitativa dell' acido carbonico libero e semicombinato consiste nell' aggiungere ad un volume noto di acqua un eccesso di soluzione titolata di idrossido di calcio. Dalla quantità di questa non saturata si deduce per differenza la quantità di anidride carbonica libera e semicombinata, che dalla calce stessa venne trasformata in carbonato di calcio.

Per conoscere poi la quantità di anidride carbonica combinata, quella cioè dei carbonati neutri, è necessaria una determinazione a parte, per pesata, dell' anidride carbonica totale, che si eseguisce aggiungendo ad una quantità nota di acqua del cloruro di bario e dell' ammoniaca, e trasformando il carbonato di bario formatosi in solfato di bario, dal peso del quale deducesi l' anidride carbonica totale. Sottraendo da questa la quantità dell' anidride carbonica libera e semicombinata stabilita nell' operazione precedentemente descritta, si viene in cognizione di quella appartenente ai carbonati neutri. La quantità totale diminuita dell' acido semicombinato e combinato rappresenterà quella dell' anidride carbonica libera.

Basta la sommaria descrizione di questi metodi per vedere quanto lunghi e complicati essi sieno. E ciò varrà a giustificarmi se anche per la determinazione dell' anidride carbonica nelle acque io ho studiato un metodo che possa servire alla determinazione contemporanea della medesima sotto i tre stati in cui suolsi trovare nelle acque; metodo celere e di facile esecuzione.

Esso consiste nel porre in un palloncino o matraccio di vetro della capacità di circa 300 cent. cub., un dato volume di acqua della quale si vuol determinare la quantità di acido carbonico e qualche goccia di soluzione alcoolica di fenolftaleina. Il pallone porta un tappo a tre fori, per uno dei quali passa un tubo caricatore con rubinetto; per l' altro un tubo che da una parte pone in comunicazione il matraccio con due bottigliette comunicanti fra di loro e contenenti l' una soluzione di sublimato corrosivo, l' altra una soluzione di permanganato di potassio acidificato con acido solforico. Queste soluzioni servono a purificare l' idrogeno che si svolge da un apparecchio Kipp col quale sono in comunicazione. Pel terzo foro passa un tubo a doppia squadra munito nella parte libera di un rigonfia-

mento a bolla, che serve ad impedire l' assorbimento nel matraccio di una soluzione alcalina titolata posta in un bicchiere e nella quale si fa pescare l'estremo tirato a punta, di questo tubo medesimo. È indispensabile se si usa una soluzione di soda o potassa caustica, che questa sia priva affatto di carbonato. Sarà sempre facile liberare prima di titolare queste soluzioni dai carbonati che potessero contenere, aggiungendo alle medesime del cloruro di calcio o di bario in lieve eccesso, filtrando e titolando poi. Si incomincia collo scacciare, mediante la corrente di idrogeno, l' aria dall' apparecchio, poi si pone l' acqua e la fenolftaleina nel matraccio e la soluzione alcalina titolata nel bicchiere in cui pesca il tubo a bolla. Si continua la corrente di idrogeno fino a che si manifesti nel pallone contenente l' acqua una leggera colorazione rossa, dovuta al fatto della appena incominciata trasformazione dei bicarbonati in carbonati neutri, trasformazione operata meccanicamente dall' idrogeno. (*Nota* — Infatti l' idrogeno trasporta oltre che l' acido carbònico libero, ancora quello semicombinato. Altrettanto avviene dell' acido solfidrico libero e di quello dei solfidrati, come ho potuto convincermi con ripetute esperienze. Si comprende quindi come il metodo di dosamento dell' acido solfidrico libero di cui ho fatto cenno più sopra e che é appunto fondato sul trasporto di esso mediante una corrente di idrogeno, non possa essere esatto, quando nell' acqua sieno contenuti dei solfidrati, poiché insieme al solfuro d' idrogeno libero passa in parte anche quello semicombinato). Allora si cessa la corrente di idrogeno e si prende il titolo della soluzione alcalina, dopo averla filtrata per separare il carbonato di bario o di calcio, se si é adoperata soluzione titolata di barite o di calce; in questo caso la determinazione volumetrica si eseguisce su di una parte aliquota della soluzione alcalina filtrata. Se invece si é posto in uso soluzione titolata di soda o potassa priva di carbonati, conviene precipitare il carbonato alcalino formatosi con cloruro di calcio e quindi filtrare e titolare il filtrato nel modo anzidetto. Dalla diminuzione di titolo si deduce la quantità di acido carbonico libero contenuto nell' acqua.

Si ripone quindi nel bicchiere, nuova soluzione alcalina titolata e si prosegue la corrente d' idrogeno, nello stesso tempo che si scalda il matraccio contenente l' acqua, fino all' ebollizione, prolungando questa fino a totale decomposizione dei bicarbonati. Titolando di nuovo la soluzione alcalina, si ha la quantità di acido carbonico semicombinato. Si ripete per una terza volta l' operazione con una nuova quantità di soluzione alcalina titolata, introducendo però per mezzo del tubo caricatore a robinetto nel matraccio contenente l' acqua dell' acido solforico diluito in eccesso, facendo bollire ed arrivare ad un tempo la corrente di idrogeno; ed infine titolando di nuovo la soluzione alcalina. Dalla diminuzione del titolo si deduce la quantità dell' acido carbonico dei carbonati neutri. Questo me-

todo messo a ripetute prove sopra acqua contenente quantità nota di acido carbonico libero, semicombinato e combinato, e preparata nel modo che esporrò più avanti, mi ha sempre dato buoni risultati, come può rilevarsi dalle seguenti cifre:

Quantità di CO^2 proveniente da gr. 0,50 di Na^2CO^3 di cui gr. 0,40 decomposto dall'ac. solforico $\frac{n}{10}$ (come si vedrà innanzi), contenuta in un volume di acqua su cui si provò il metodo.

CO^2 libero . . . . gr. 0,1236
CO^2 semicombinato . . . . » 0,0414
CO^2 combinato . . . . » 0,0414

Trovato col nuovo metodo

CO^2 libero . . . . gr. 0,1241
CO^2 semicombinato . . . . » 0,0408
CO^2 combinato . . . . » 0,0411

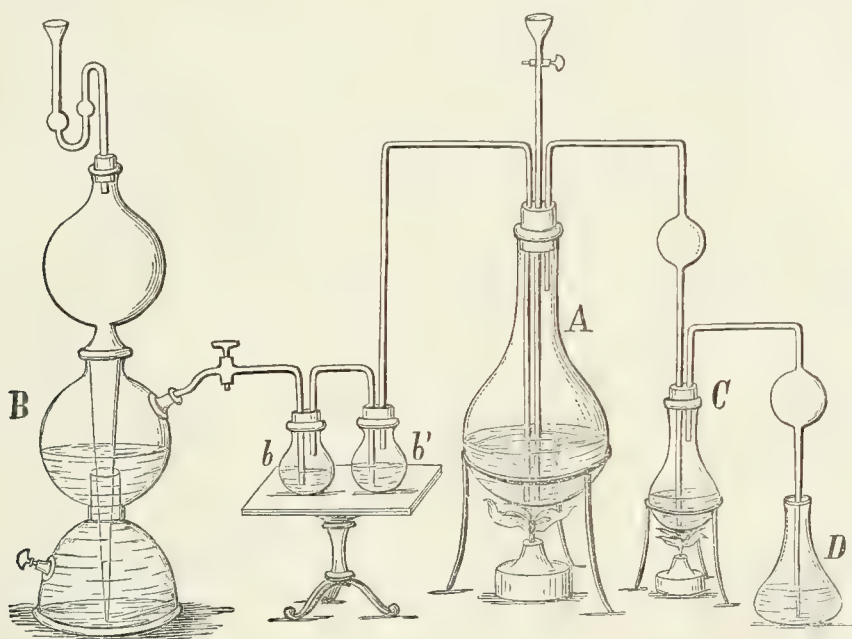
Quantità di CO^2 proveniente da gr. 0,50 di Na^2CO^3, di cui gr. 0,30 decomposto dall'ac. solforico $\frac{n}{10}$ (come si vedrà innanzi) contenuta in un volume di acqua su cui si provò il metodo.

CO^2 libero . . . . gr. 0,0414
CO^2 semicombinato . . . . » 0,0828
CO^2 combinato . . . . » 0,0828

Trovato col metodo proposto

CO^2 libero . . . . gr. 0,0416
CO^2 semicombinato . . . . » 0,0821
CO^2 combinato . . . . » 0,0820

Se nelle acque solforate non fosse contenuto acido carbonico, allora il metodo ora descritto sarebbe perfettamente applicabile ad esse per la determinazione quantitativa dell'acido solfidrico libero, semicombinato e combinato, quando alla soluzione alcalina titolata si sostituisse una soluzione pure titolata di nitrato di argento. Ma siccome quest'anidride accompagna sempre l'acido solfidrico nelle acque minerali, ed essa si comporta, come ho dimostrato, per rispetto alla fenolftaleina precisamente come l'acido solfidrico, così è evidente che detto metodo non può applicarsi in questi casi. Ho quindi tentato di stabilire un metodo che mentre fosse spedito e

preciso, mi permettesse la determinazione quantitativa contemporanea dei due acidi nei vari stati in cui si possono trovare nelle acque. Dopo molte prove, parmi di esservi riuscito. Ed ecco come si pratica questo metodo e con quale apparecchio. Questo poco differisce da quello or ora descritto per l'acido carbonico. La sola variante consiste in ciò che fra il pallone contenente l'acqua in esame ed il tubo a bolla che pesca nella soluzione alcalina è interposto un altro palloncino che serve a contenere una data quantità di soluzione decinormale di nitrato d'argento, allo scopo di trattenere l'acido solfidrico; inoltre il tubo a squadra che unisce questo palloncino al matraccio destinato a contenere l'acqua è munito di una bolla, affine di evitare l'assorbimento del liquido argentico nel pallone, come si può vedere nella figura qui unita.

Ed ecco come l'operazione deve essere condotta. Si incomincia collo scacciare l'aria dall'apparecchio mediante corrente di idrogeno che si sviluppa dal gasogeno Kipp (*B*) e che si purifica nelle due boccettine (*b*, *b'*) contenenti l'una (*b*) soluzione acidulata con acido solforico, di permanganato di potassio, l'altra (*b'*) soluzione di sublimato corrosivo. Poi si pongono nei rispettivi recipienti le soluzioni titolate in quantità tali da essere in eccedenza (quantità che possono stabilirsi con un saggio preliminare); cioè in *C* nitrato d'argento decinormale, in *D* soluzione alcalina titolata, poi si versa nel pallone *A* un volume noto d'acqua e si continua la corrente di idrogeno. Istantaneamente si vede dall'annerimento della solu-

zione argentica che l'acido solfidrico viene trasportato e trattenuto dalla medesima; mentre l'acido carbonico passa nel recipiente *D* contenente l'alcali, ed è fissato da questo. Si continua la corrente idrogenica per un po' di tempo e poi si incomincia a scaldare l'acqua, mano mano crescendo il calore fino all'ebollizione. Dopo un certo spazio di tempo, per mezzo del tubo a rubinetto, si introduce nel pallone *A*, contenente l'acqua una soluzione fatta prima bollire ed ancora calda di solfato manganoso, allo scopo di completare la decomposizione dei solfidrati incominciata dall'idrogeno, e ridurli a solfuri. Si seguita a far bollire per mezz'ora e contemporaneamente a far passare l'idrogeno. Questo tempo è più che sufficiente anche nel caso di acque che siano ricche di gas solfidrico e di solfidrati; del resto si può prolungare l'ebollizione senza inconvenienti, quando si abbia l'avvertenza di introdurre per mezzo del tubo caricatore (*c*) nella boccia, dell'acqua distillata fatta bollire ed ancora calda per sostituire quella che va man mano evaporandosi. Poi si scalda un poco la boccia *C* contenente il liquido argentico per iscacciare piccole quantità di anidride carbonica che potesse esservisi disciolta, e da entrambi i matraccetti si estraggono i liquidi titolati, si filtrano accuratamente, ed in una parte aliquota dei filtrati si dosano la barite o la calce e l'argento rimasti in soluzione. Le prime con acido cloridrico o nitrico decinormale, ed il secondo con soluzione decinormale di ferrocianuro di potassio, secondo cioè il metodo di dosamento volumetrico dell' argento pubblicato dall'illustre prof. Vitali [*]. La diminuzione del titolo della soluzione di barite o di calce dà la quantità di acido carbonico libero e semicombinato; e la diminuzione del titolo della soluzione argentica, quella dell'acido solfidrico libero e dei solfidrati contenuti nel volume d'acqua sottoposto al saggio. Di poi si ripongono i matracetti al loro posto dopo avere scacciata l'aria dall'apparecchio colla corrente di idrogeno, vi si mette di nuovo altra quantità delle soluzioni titolate, e per il tubo caricatore a robinetto si introduce acido solforico diluito in eccesso nel pallone contenente l'acqua già privata nel modo anzidetto di acido carbonico e di acido solfidrico liberi e semicombinati. L'acido solforico decompone i solfuri e carbonati neutri contenuti nell'acqua rendendone liberi l'acido solfidrico e l'anidride carbonica che si costringono a gorgogliare nella soluzione alcalina e argentica, operando come si è detto. Infine con una nuova titolazione di questa soluzione, si ottiene la quantità di acido carbonico e di acido solfidrico che era combinata ai metalli allo stato di carbonati e di solfuri neutri. Questa quantità starà a rappresentare altresì quella dell'acido solfidrico e dell'anidride carbonica semicombinati, ossia quella dei

[*] *Bollettino farmaceutico* Marzo 1890.

solfidrati e dei bicarbonati, essendo questa uguale a quella contenuta nei solfuri e carbonati neutri; questa sottratta dalla somma dell'acido solfidrico e carbonico liberi i semicombinati, nota per la precedente e prima determinazione, ci dà la quantità di questi medesimi acidi che si trovano liberi nell'acqua.

Sull'esattezza di quest'ultima determinazione potrebbe nascere il dubbio quando le acque solforose e carboniche contenessero dei nitriti ed iposolfiti, i quali coll'aggiunta dell'acido solforico svolgono acido nitroso ed anidride solforosa, che andrebbero ad alterare il titolo delle soluzioni. Ma non sarà fuori di luogo osservare anzitutto che la presenza dei nitriti nelle acque solforose non si verifica mai, perchè essendo l'acido nitroso il primo prodotto di ossidazione dell'ammoniaca, non si produce in presenza di un potente riduttore come sono l'acido solfidrico ed i solfuri, i quali si formano appunto per riduzione operata da sostanze organiche riduttrici sopra i solfati contenuti nelle acque. Gli iposolfiti non si trovano nelle acque solforose se non dopo che esse dalla profondità della terra giunsero al contatto dell'aria atmosferica. D'altra parte la determinazione dell'acido solfidrico nelle acque minerali deve essere fatta alla sorgente e nell'acqua mentre scaturisce dalle roccie, ragione per cui i prodotti solforati non hanno tempo di ossidarsi. Del resto la quantità che di nitriti e di iposolfiti in ogni lontana ipotesi potrebbe formarsi, sarebbe sempre estremamente piccola (*). Anche della bontà di questo metodo fan fede le seguenti cifre ottenute da determinazioni eseguite sopra acque solforose e carboniche ad un tempo, preparate colle norme che esporrò più avanti.

Quantità di CO^2 proveniente da gr. 0,50 di Na^2CO^3 di cui gr. 0,30 decomposto dall'ac. solforico $\frac{n}{10}$ (come si vedrà innanzi), contenuto in un volume d'acqua sul quale si provò il metodo.

CO^2 libero	gr.	0,0414
CO^2 semicombinato	»	0,0828
CO^2 combinato	»	0,0828
H^2S libero	gr.	0,001496
H^2S semicombinato	»	0,00374
H^2S dei solfuri neutri	»	0,00374

(*) In due acque minerali solforose di Tabiano ed in un'altra che si sta analizzando in questo Laboratorio, non venne dal ch.mo prof. Vitali trovata traccia di nitriti; traccie solo incalcolabili di iposolfiti vennero trovate nell'acqua di Tabiano perchè non potè raccogliersi dalla roccia da cui sgorga, ma da un serbatoio vicino.

Trovato

CO^2 libero . . . . gr. 0,0408
CO^2 semicombinato . . . . » 0,0821
CO^2 dei carbonati neutri . . . . » 0,0826

H^2S libero. . . . . gr. 0,001445
H^2S semicombinato . . . . » 0,00357
H^2S dei solfuri neutri. . . . . . » 0,0034

Quantità di CO^2 proveniente da gr. 0,50 di Na^2CO^3, di cui gr. 0,40 decomposto dall'ac. solforico $\frac{n}{10}$ (come si vedrà innanzi) contenuto in un volume d'acqua su cui si provò il metodo.

CO^2 libero . . . . gr. 0,1242
CO^2 semicombinato . . . . » 0,0414
CO^2 dei carbonati neutri . . . . » 0,0414

H^2S libero. . . . . gr. 0,02992
H^2S semicombinato . . . . » 0,00748
H^2S dei solfuri neutri. . . . . . » 0,00748

Trovato

CO^2 libero . . . . gr. 0,1231
CO^2 semicombinato . . . . » 0,0409
CO^2 dei carbonati neutri . . . . » 0,0413

H^2S libero. . . . . gr. 0,0287
H^2S semicombinato . . . . » 0,00723
H^2S dei solfuri neutri. . . . . . » 0,00717

Quantità di CO^2 proveniente da gr. 0,50 di Na^2CO^3, di cui gr. 0,35 decomposto dall'acido solforico $\frac{n}{10}$ (come si vedrà innanzi) contenuta in un volume d'acqua sul quale fu provato il metodo.

CO^2 libero . . . . gr. 0,0828
CO^2 semicombinato . . . . » 0,0621
CO^2 dei carbonati neutri . . . . » 0,0621

H^2S libero. . . . . gr. 0,04488
H^2S semicombinato . . . . » 0,1122
H^2S dei solfuri neutri. . . . . . » 0,1122

Trovato

CO^2 libero	gr.	0,08199
CO^2 semicombinato	»	0,0617
CO^2 dei carbonati neutri	»	0,06201
H^2S libero	gr.	0,0436
H^2S semicombinato	»	0,110
H^2S dei solfuri neutri	»	0,109.

Le acque solforose carboniche artificiali vennero preparate nel modo seguente:

In 100 cm. cubici e più di acqua distillata sciogliero una quantità esattamente pesata di carbonato di sodio purissimo a secco, gr. 0,50; aggiungevo in seguito tal quantità di acido solforico decinormale, che l'acido carbonico che si svolgeva dal carbonato oltre al rimanere disciolto nel volume d'acqua (che mantenevo fredda) ed al trasformare in bicarbonato il carbonato neutro, vi fosse in eccesso. Così io potevo con semplicissimi calcoli venire in cognizione della quantità di acido carbonico libero, semicombinato e combinato che era contenuto nell'acqua sottoposta al saggio. In un altro palloncino a tappo smerigliato ponevo qualche centimetro cubico d'acqua contenente una quantità nota di acido solfidrico libero, determinata con soluzione titolata di jodo; poi con soluzione decinormale di soda caustica trasformavo tutto questo acido a solfuro neutro; quindi ponevo altrettanti centimetri cubici dell'acqua solfidrica per trasformare tutto il solfuro nella quantità corrispondente di solfidrato; in seguito aggiungevo altra quantità nota dell'acqua solfidrica che naturalmente stava a rappresentare l'acido solfidrico libero. Infine per procedere alla determinazione tanto all'acido solfidrico che carbonico nei tre differenti stati secondo il metodo descritto, univo le due soluzioni così ottenute, operando il resto, come ho detto.

Senatore G. CAPELLINI e Conte E. SOLMS-LAUBACH

I TRONCHI DI BENNETTITEE

DEI

MUSEI ITALIANI

NOTIZIE STORICHE, GEOLOGICHE, BOTANICHE

MEMORIA

Letta nella Sessione del 10 Gennaio 1892

(CON CINQUE TAVOLE).

I.

Notizie storiche e geologiche

DEL PROF. G. CAPELLINI.

Le prime notizie intorno a Cicadeacee fossili, scoperte in Italia, sono dovute al professore Camillo Ranzani e risalgono appena al 1839 (1); però, come in altra circostanza ebbi già la opportunità di dimostrare, quasi un secolo prima Giuseppe Monti aveva descritto e figurato, pur senza riconoscerlo, un bellissimo tronco di *Cicadeacea* trovato nelle vicinanze di Castel de' Britti (2).

Quando nel 1862 pubblicai il cenno storico sulla Geologia e Paleontologia del Bolognese (3), non avendo ancora letto la accurata descrizione dello *strano sasso*, neppure la figura egregiamente incisa in rame dal celebre Ercole Lelli mi aveva fatto sospettare che la *Balanorum Congeries* in realtà potesse essere un magnifico tronco di *Cicadeoidea*.

Dopo avere di recente rivendicato all'Accademico bolognese (4) il me-

(1) Ranzani C. — De tribus vegetabilibus fossilibus. *Novi Commentarii Academiae Scientiarum Instituti Bononiensis,* Tomus tertius, p. 383. Bononiae MDCCCXXXIX.

(2) Monti J. — De quadam Balanorum Congerie. *De Bononiensi Scient. et Artium Instituti atque Academia Commentarii,* Tomus tertius, p. 323. Bononiae MDCCLV.

(3) Capellini G. — Geologia e Paleontologia del Bolognese, cenno storico, p. 14. Bologna 1862.

(4) Capellini G. — Ichthyosaurus Campylodon e tronchi di Cicadee nelle argille scagliose dell'Emilia. Mem. della R. Accad. delle Scienze dell'Ist. di Bologna. Serie IV. T. X, p. 431. Bologna 1890.

Brocchi G. B., rendendo conto dei lavori del Monti, a proposito dei balani fossili di M.te Maggiore dice: . . . . « diè la figura di un masso altrove rinvenuto che sembra essere una congerie delle stesse conchiglie benchè molto alterate ». Brocchi G. B. Conchiologia fossile subapennina. T. I. p. XXX. Milano 1814.

rito della illustrazione del primo esemplare di Bennettitea scoperto in Europa, oggi dovendo tessere la storia dei tronchi raccolti in Italia, credo opportuno di riferire estesamente come avvenne la scoperta di quel prezioso fossile, che disgraziatamente ritengo perduto e in qual' anno il Monti lo presentò all' Accademia, disputando, in seguito, con Bartolomeo Beccari sulla sua vera natura e concludendo col considerarlo come una congerie di balani di ignota specie.

La dissertazione del Monti si trova tra gli *Opuscoli* del tomo terzo dei Commentarii stampato in Bologna dal celebre editore Lelio Della Volpe, con la data MDCCLV; ma poichè non è fatta menzione dell' anno in cui avvenne la lettura delle diverse Memorie raccolte in quel volume e la pubblicazione non si faceva a periodi determinati, bensì quando vi erano molti lavori giudicati degni di stampa e mezzi adeguati per la edizione di un nuovo tomo, pensai di ricercare nei Resoconti manoscritti delle sedute le interessanti indicazioni intorno alla scoperta dello *strano sasso* e alla lettura della relativa illustrazione.

Fino dal principio della dissertazione si rileva che il Monti già un anno prima aveva presentato il fossile ai colleghi della Accademia, che il sasso era di proprietà del Conte Ippolito Giuseppe Grati (1) al quale era stato donato appena raccolto l' anno innanzi in un torrente affluente dell' Idice, poco distante dalla villa del detto signor conte a Castel de' Britti.

Quando il Monti ricorda ai Colleghi d' aver loro presentato, *anno superiore*, il sasso di cui imprende a discorrere, naturalmente intende parlare di anno accademico, il quale cominciando col 1° di novembre terminava, già allora, col mese di ottobre dell' anno seguente; ciò si ricava, come dirò or ora, dai Resoconti delle sedute nelle quali fu trattato lo stesso argomento in uno stesso anno solare ma in due anni accademici. Queste considerazioni era necessario di premettere per apprezzare esattamente le date che ho pensato di dovere rintracciare, e che hanno una certa importanza per la scoperta della quale si tratta.

Nel fascicolo N. 9, a carta 7, corrispondente a pagina 14, è notato che l'Accademia si riunì il 4 febbraio 1746 ed è detto che: « l'Accademia si « ebbe per semipublica, ancorchè non fosser precedute polize nè invitati i « signori Assonti, i quali però spontaneamente intervennero col signor « Cardinale Legato e con Monsignore Vicelegato ». Segue quindi la lista degli Accademici presenti e dopo breve cenno sulla prefazione del Segretario e sulla esposizione *ex tempore* del Conte Rubiland piemontese intorno *una nuova forma di fortificare le piazze,* si legge: « Dipoi il signor

(1) Nella Memoria: *Ichthyosaurus Campylodon* ecc., fu scritto, per errore, Grassi invece di Grati.

« Giuseppe Monti recitò una dissertazione latina sopra un sasso di « strana forma, creduto una congerie di balani pietrificati, ritrovato in un « torrente del Bolognese . . . . il signor Beccari disputò in « lingua volgare col signor Monti sopra il sasso suddetto con che si « diè fine all'Accademia ». (1)

A carta 10, ossia pag. 19 dello stesso fascicolo 9, si legge: *Atti dell'Accademia dal 1° novembre 1746 fino al 1° novembre 1747;* quindi in data 3 novembre sono registrate alcune deliberazioni della Accademia e poscia è detto: « la sera si fece la solita Accademia e fu privata ». Nel Resoconto di quella seduta, che era la prima dell' anno accademico 1746-47, troviamo la indicazione della lettura della Memoria del Monti, quale si ha stampata nel tomo terzo dei Commentarii. . . . . » *Dopo queste cose* (così ha lasciato scritto chi funzionava da Segretario e pare fosse Giambattista Stancari) *recitò il signor Giuseppe Monti una dissertazione latina sopra una Congerie di balani petrificati e la consegnò al Segretario* ». Da una nota indirizzata al Segretario in data 10 agosto 1749 si rileva che la stampa del Tomo terzo dei Commentarii era stata deliberata in massima fino dall'8 marzo 1748, ma un anno dopo nulla era ancora stato concluso definitivamente; si dice però che, tra le dissertazioni destinate ad essere inserite nel terzo tomo da stamparsi, vi era « quella reci- « tata già dal signor Giuseppe Monti li 3 novembre 1746, a cui va « annessa una gran tavola di figure in folio, e questa tavola è intitolata: « *Lapideorum balanorum insignis congeries* ».

Da quanto ho fin qui esposto resulta, che lo strano sasso fu raccolto in un torrente presso Castel de' Britti nel 1745, mentre il Conte Grati si trovava nella sua villa; il Monti l'ebbe in comunicazione per studio e lo presentò all'Accademia nella seduta del 4 febbraio 1746, discutendo col Beccari intorno alla vera natura di quel fossile singolarissimo e finalmente nella 1ª adunanza dell'Accademia il 3 novembre 1746 fu letta la Dissertazione latina che, nove anni dopo, fu pubblicata per le stampe nel tomo terzo dei Commentarii.

Premesse queste notizie, conviene ora analizzare la Dissertazione del Monti e considerarne attentamente la annessa tavola, poichè disgraziatamente non ci è stato possibile fin qui di rintracciare l'importantissimo fossile in essa figurato.

Narra il Monti che lo strano sasso fu dapprima creduto una grossa pigna artificiale che avesse servito di ornamento ad un qualche antico

---

(1) Secondo l'antico Statuto l'Accademia teneva ogni anno ventiquattro sessioni ordinarie private e una o due semipubbliche. Le sedute si tenevano la sera. *Hora noctis prima litterariis exercitationibus initium fiet.*

edifizio o della celebre *Quaderna* o di *Pieve di Pasto;* egli peró, fin da principio, fu d' avviso che si trattasse di un fossile animale. Dopo aver discusso in proposito col Beccari e dopo avere istituiti opportuni confronti con oggetti diversi, ma specialmente con corpi marini, pensó che si trattasse di un grande ammasso di balani petrificati, ma peró tanto diversi da quelli giá noti, da doverli distinguere come spettanti a specie affatto ignota, tanto per la forma, quanto per il modo particolare di fossilizzazione.

E dopo aver riferito le dimensioni dell' esemplare quali si rilevano in parte dalla figura in grandezza naturale, e dopo averne ricordata la forma di cono troncato, come di gigantesca pigna o berretto da marinaio, ne esamina la materia fossilizzante. La pietra omogenea tanto all' esterno che internamente fu riconosciuta silicea e di colore nerastro, opaca con sottili strie biancastre; in talune parti vi osservó tracce di pirite e limonite e questa circostanza unitamente all' altra del peso di piú che trenta libbre valse anzi ad avvalorare presso taluni il sospetto che si trattasse di un pezzo di minerale di ferro. Esaminate quindi varie specie di balani viventi e fossili e non trovando modo di identificare con essi lo strano sasso, vuoi per la forma generale del masso, vuoi per la forma degli individui che avrebbe dovuto corrispondere a ció che in realtá spettava alle cicatrici delle foglie, vuoi per la completa diversitá della natura della roccia, non essendovi alcun esempio di balani silicizzati, per difendere la sua tesi e respingere tutte le obbiezioni che egli stesso si era fatte, si conforta col sostenere che si trattava di balani affatto diversi da tutti quelli giá noti.

Tra le tante particolaritá che il Monti ascriveva alla nuova specie di balani vi era pur quella di non trovarsi aggiustati confusamente come avviene d' ordinario per quei crostacei, ma di essersi disposti invece con regolare simmetria tanto che la loro colonia avesse preso la forma di una pigna, incrostando, pensava egli, una pietra tufacea di forma conveniente e trovandosi in condizioni particolari, perché la pietra stessa e i balani si fossero quasi fusi insieme e insieme silicizzati, come ben conosceva essersi silicizzati parecchi tronchi vegetali che pur citava ad esempio.

Ed ora richiamando l' attenzione del lettore alla fig. 1, Tav. III, nella quale ho creduto opportuno di riprodurre a $\frac{1}{3}$ della grandezza naturale il disegno della *Cycadeoidea* fossile pubblicata col nome di *Balanorum insignis congeries*, aggiungeró la descrizione che ne ha fatto il Monti, la quale, unitamente alla figura stessa, non permette menomamente di dubitare della importanza della scoperta per cosí lunghi anni rimasta ignota anche a coloro che, in modo particolare e con tanta dottrina, si sono occupati di Cicadeacee fossili.

« Hujus ex una parte longitudo est unciarum septem cum dimidia pa-

« risiensis pedis, ex altera vero vix dimidium pedis adaequat, quae mensu-
« rae eaedem propemodum sunt, ac in ceteris ejusdem partibus; ejus enim
« figura ad rotunditatem accedit modice compressam; in summitate vero,
« in qua planities quaedam non nihil concava observatur (1), unciarum
« quatuor latitudinem non excedit. Basis ipsius quaqua versum dimensa
« septem unciarum adinventa est, indeque totius lapidis circumferentia
« prope basim duorum pedum ferme in summitate vero decem et octo
« unciarum tantum habenda erit. Ad externam porro figuram quod atti-
« net, quamvis, ut diximus, non male pineo cono detruucato, comparetur,
« attamen nobis potius pileo nautico non absimilis visa est, etiamsi de
« ipsius basi nil certe asserere possimus cum undique abrupta atque ir-
« regularis conspiciatur. Materies, seu substantia tam interna, quam ex-
« terna hujusce lapidis homogenea est, et quidem non multum ab illa
« siliceorum, seu ignneariorunm lapidum recedit, qui nonnumquam atri, seu
« nigri coloris deprehenduntur; chalybe enim si undiquaque excutiatur,
« scintillas emittit. Id tamen peculiare habet, quod omnino sit opaca, et,
« si abrumpatur, non laevis est, ut illa silicum, sed strias ostendit par-
« ticulis crystallinis albis pluribus in locis interspersos. Neque ipsi com-
« mixta deest metallica materies, nam variis in locis exiguae nitentes striae
« deteguntur pyritem aerosum imitantes. Ferri quoque hunc lapidem par-
« ticipem esse nobis ipsum perlustrantibus satis suasit nigredo, et potis-
« simum ipsius pondus triginta excedens libras; indeque nil mirum si a
« nonnullis frustum ferreae minerae fuerit existimatus. »

Quando per la prima volta ebbi ad annunziare che la creduta Congerie di balani fossili del Monti non doveva essere altro che un bel frammento di tronco di Cicadeacea fossile, probabilmente da riferire alla *Cycadeoidea Masseiana*, scrissi che l'errore del Monti non essendo stato avvertito neanche dal Ranzani, che di tali fossili si era particolarmente interessato, nessuno in seguito se ne era accorto e neppure ne aveva fatto menzione (2).

La mia asserzione riferendosi principalmente ai naturalisti e avendo per fine di esprimere la mia meraviglia che nessuno vi avesse ripensato dopo la illustrazione della *Cicadeoidea intermedia* del Ranzani, non mi occorre oggi di doverla rettificare; tuttavia sono grato al signor Conte Massei per aver richiamato la mia attenzione sopra una notizia del Calindri, la quale in realtà é di grande importanza per completare la

(1) La concavità osservata dal Monti e chiaramente espressa nella figura, corrisponde alla porzione marcita notata dagli autori inglesi nel tronco delle Bennettitee riferite al genere *Mantellia* e descritta col nome di *Crow-nest.*

(2) Capellini G. — Ichthyosaurus Campylodon e tronchi di Cicadee nelle Argille scagliose. Mem. della R. Accad. delle scienze dell'Ist. di Bologna Serie IV. Tom. X. pag. 448. Bologna 1890.

storia del fossile, che, come dissi, malgrado accurate e lunghe ricerche finora mi fu impossibile di ritrovare.

Il Calindri nel suo *Dizionario corografico, georgico, orittologico, storico ecc. della Italia, Montagna e Collina del territorio bolognese*, (Parte seconda, Bologna 1781), parlando di Castel de' Britti ricorda il museo di oggetti di storia naturale e di antichità raccolti nella vallata dell' Idice, esistente nel palazzo di delizia del Senatore Conte Antonio Maria Grati, e dice: « Nello stesso museo, o raccolta di cose naturali, conservasi una « minerale e piritica mole, sulla quale pel giudizio che diamo della stessa, « ci rimettiamo a quanto ne penseranno le persone dotte ed intendenti « d' Istoria naturale ». Narra quindi che la *Minerale e piritica mole* « meritò l' onore di essere contemplata, esaminata ed illustrata da due celebri luminari (intende Monti e Beccari) e di essere da uno di essi al pubblico esposta con una elegante Dissertazione nel 1746 alla presenza dell' Eminentissimo Doria Legato di Bologna e di un Consesso di soggetti illuminati e dotti e quindi pubblicata con le stampe. E qui cita il tomo terzo dei Commentarii, aggiungendo che meritava l' attenzione dei Naturalisti e che la sua sede meriterebbe di essere nell' Istituto, per essere più a portata dei dotti non meno bolognesi che esteri. Il Calindri giudica la *minerale e piritica mole* « uno di quei pezzi che merita di stare in qualunque siasi Gabinetto, o Museo di cose naturali » e conclude che « *nel suo genere* è forse l'unico che di presente arricchisca i Gabinetti o Musei di Europa ».

Intanto al Calindri non parve di potersi accontentare del giudizio dato dal Monti e dal Beccari e continua a dire: « Giacchè ci è sem- « brato cosa diversa da quella che fu già giudicata da sommi Uomini, è « troppo necessario che minutissimamente il suo peso, le sue misure, la « sua figura, la sua sostanza ed ogni altra sua particolarità sia da noi « con molta precisione al dotto pubblico naturalista esposta, cosicchè pos- « sano gli intendenti determinarsi a quale de' due sentimenti debbano appi- « gliarsi per decidere con fondamento delle sue qualità e della sua natura ».

A tal fine il Calindri pensò di darne anche le misure in pollici e linee di piede parigino e in oncie e linee di piede bolognese; misure che stimo opportuno di qui riprodurre ridotte a misura metrica.

TAVOLA

delle misure della Mole minerale e delle sue parti:

Altezza da una parte	m. 0,232
Altezza dall' altra	0,142
Base maggiore	0,203
Base minore	0,162
Circonferenza superiore . . .	0,473
Circonferenza di mezzo . . .	0,610
Circonferenza della base . . .	0,636

Cavità o Alveoli che coprono la superficie della Mole minerale e loro diametri:

De' più grandi:	
In lunghezza	m. 0,018
In larghezza	0,011
De' più piccoli:	
In lunghezza	0,011
In larghezza	0,006

Il Calindri enumera 360 cavità o alveoli, come esso li chiama, e dice che vanno « rastremandosi o impicciolendosi salendo dalla base alla som- « mità e che dalla sinistra a destra incurvando circondano la *Mole* con « andamento curvo il doppio di quello fanno le stesse file dalla destra « alla sinistra parimente dall' alto al basso riguardate ».

Nota che la *Mole minerale* che rappresenta una *Pigna* alquanto schiacciata superiormente, aveva superficie irregolare con alveoli molto profondati nella Mole stessa. Dice che in taluni punti presentava colore rossastro rugginoso con efflorescenza di Ocra marziale, le sponde degli alveoli composte da sottilissime laminette color generale grigio simile alla *Minera Ferri* (*Matte o primo colo o fonditura* dei metallurgisti) e conchiude che non era un sasso siliceo ma un impasto di argilla mineralizzata e ridotta in minerale di ferro impregnato di pirite sulfurea, di Ocra marziale e di Arsenico, e di ciò si convinse avendone esaminate piccole schegge con un microscopio del Selva. Il suo peso di libbre bolognesi 21 e once 3, corrisponde a chilogrammi 10 e grammi 370.

Dopo tutto ciò il Calindri confessa che non ha potuto indursi a crederlo lavoro di Balani o d'altra sorta di Testacei, e ne adduce le sue molte ragioni; lo ritiene invece un masso di argilla mineralizzato, stato

coperto da un ammasso di erba marina (*Gariofilliti*) (sic) la cui radice avrebbe lasciato le cavità che poi commutate con tutta la pietra in miniera di ferro si conservarono come si vedevano. Insiste che: « le Frutta e le Erbe vanno rastremando o rimpiccolendo « le loro parti tanto più quanto più si allontanano dalla loro radice o base « inferiore, che tocca più da vicino il terreno, » e si mostra sicuro che coi balani nulla avesse che fare, bensì coi vegetali. Che se il Calindri non riconobbe che si trattava di un vegetale petrefatto piuttosto che di una massa argillosa improntata e trasformata, pure si accostò al vero assai più del Monti e del Beccari e maggiormente mi devo maravigliare che tutto questo sia passato inosservato per Ranzani e per Bianconi, che si occuparono di vegetali fossili e in particolare di Cicadeoidee.

Il Calindri poi ci fornisce preziose notizie sulla scoperta della *Mole*, avendo saputo dal Senatore Grati che era stata trovata poco lungi dal suo palazzo nel Rio detto della *Fornace della Cavaliera,* che a breve distanza dalla propria origine sbocca nell' Idice. Il Calindri visitò il Rio scavato interamente nelle argille scagliose e vi raccolse diversi minerali, ma non riescì a trovare alcun frammento da confrontare con la celebre *Mole* (1).

Nel giugno scorso (1891), in compagnia del Signor Conte Francesco Massei e del Signor Bernardi attuale proprietario della Fornace, visitai il Rio della Cavaliera risalendone buon tratto per rendermi conto della natura di quelle argille e dei minerali che vi si incontrano.

Il Rio della Cavaliera sbocca sulla destra dell' Idice vicino al Molino delle donne e quasi dirimpetto a Casola Canina. Appena entrati nel Rio, a breve distanza dalla casa Bernardi, si trova un interessante masso di Calcare a *Lucina pomum* che in gran parte fu già utilizzato dal Bernardi per farne calce e che ricorda perfettamente il masso analogo che si osserva nel bosco del Santagata presso Gesso. Oltrepassato questo piccolo lembo miocenico, il Rio si trova incassato in argille scagliose antiche identiche a quelle del Rio Centonara, che scende verso Ozzano sul versante opposto della stessa collina da cui trae origine il Rio della Cavaliera immediatamente sotto la parrocchia di Ciagnano. È da notare che circa mille duecento metri a levante di Ciagnano e nella direzione del corso del Rio della Cavaliera, nella stessa massa di argille scagliose, fu trovato il superbo esemplare della *C. Masseiana.*

Nelle argillle scagliose del Rio della Cavaliera come in quelle del Rio Centonara ho notato masse di argille galestrine rosse e verdastre che ricordano certi diaspri e ftaniti del Titonico e del Cretacico; inoltre arrago-

---

(1) Calindri — Dizionario corografico, georgico, orittologico, storico ecc. della Italia. Opera della Società corografica. Montagna e Collina del territorio Bolognese. Parte Seconda, p. 248 a 264. Bologna MDCCLXXXI.

nite, quantità di concrezioni manganesifere, massi di variolite alterata e traccie di oficalce e ofisilice con elementi calcarei e diasprini, che pure ricordano il Cretacico inferiore e il Giurassico superiore di altre regioni. In complesso, tanto per il giacimento quanto per i rapporti della fossilizzazione, nonché per le dimensioni e figura, vi è fondato motivo di ritenere che vi fossero stretti rapporti tra l' esemplare di Cicadeoidea del Rio della Cavaliera raccolto nel 1745, pel quale proponiamo il nome di *C. Montiana*, e quello del Rio Centonara trovato nel 1890.

Il primo esemplare di Cicadeacea fossile italiana che fu riconosciuta e illustrata come una specie nuova del genere *Cycadeoidea* di Buckland, si conserva nel museo di Bologna, e la sua scoperta risale al principio di questo secolo. Tra i ciottoli del fiume Reno, essendo stata trovata una *petrificazione silicea*, fu portata al prof. Camillo Ranzani, il quale sospettò che fosse *porzione della estremità del caudice di una palma* e la depose nel Museo di Storia naturale affidato alla sua direzione. Frattanto (nel 1826) il prof. Buckland viaggiando in Italia passò per Bologna e qui trattenutosi per alquanti giorni ebbe occasione di conoscere il prof. Ranzani, cui donò parecchie sue pubblicazioni e una tavola nella quale era figurata una Cicadeacea fossile proveniente dalla Oolite di Portland.

Due anni dopo l' abate Ranzani, ricevendo la Memoria, appena pubblicata dal Buckland, relativa alla nuova famiglia di piante fossili (*Cycadeoideae*) dell' isola di Portland (1), rivedendo la tavola nella quale è rappresentata la *Cycadeoidea microphylla,* si ricordò della petrificazione silicea stata trovata tra i ciottoli del Reno, e istituiti gli opportuni confronti con le figure e le descrizioni delle specie di Cycadeoidee illustrate dal Geologo inglese, non esitò a riconoscere che allo stesso genere si doveva riferire la petrificazione trovata nei dintorni di Bologna. Ma poiché la *Cycadeoidea* italiana evidentemente non si poteva riferire ad alcuna delle due specie che il Buckland aveva già così bene illustrate coi nomi specifici di *C. megalophylla* e *C. microphylla,* il Ranzani pensò di attribuirla ad una terza specie e la denominò *Cycadeoidea intermedia.*

Addì 26 maggio 1836 il prof. Camillo Ranzani nella 23ª Sessione dell'Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna leggeva la sua Memoria, *Sopra parecchi avanzi fossili di piante,* della quale fu subito pubblicato un estratto nel Resoconto di quella adunanza, inserito nel Vol. I. del Bullettino delle Scienze mediche, essendo poi la Memoria stessa stampata nel tomo III. dei *Novi Commentarii* venuto in luce nel 1839 (2).

---

(1) Buckland Rev. W. — On the Cycadeoideae, a family of fossil Plants found in the Oolite Quarries of the Isle of Portland. *Trans. Geol. Soc.*; Ser. 2, vol. II, p. 395. London 1829.

(2) Ranzani C. — De tribus vegetabilibus fossilibus. *Novi Commentarii Academiae Scientiarum Instituti Bononiensis.* Tomus tertius. p. 385. Bononiae, MDCCCXXXIX.

Ommettendo, per ora, di analizzare completamente quella Memoria e limitandomi a dire di ciò che riguarda la Cicadeoidea intermedia, rileverò anzitutto che il Ranzani, premesso un cenno accurato intorno alle pubblicazioni del Buckland e del Brongniart intorno ai resti di Cicadeacee fossili, dopo avere riferito i caratteri per i quali non poteva più dubitare del genere al quale era da riportarsi il fossile bolognese, aggiunge: « Post-« quam ipsum contuli cum figuris et descriptionibus Brongniarti, mihi « facile persuasum fuit, esse cycadeoideam distinctam atque diversam ab « iis quas Bucklandus descripsit. Cum autem cicatrices foliorum neque « adeo amplae sint, ut in cicadeoidea megalophylla, neque ita angustae, « ut in microphylla, ipsi (*lithoxylo*) cicadoideae intermediae nomen imposui. »

Nella tavola annessa alla Memoria la Cicadeoidea è rappresentata in grandezza naturale nella fig. 2 e le figure 3 e 5 si riferiscono a particolari relativi alle dimensioni delle cicatrici delle foglie sulle quali l' autore fondava la nuova specie; nella Tav. III fig. 5 ho creduto opportuno di riprodurre la figura dell' interessante esemplare ridotta a $^2/_3$ della sua grandezza.

Di poca importanza sono le considerazioni relative allo stato di conservazione e, già in altra circostanza (1) non ho potuto a meno di esprimere la mia grande meraviglia che un accurato investigatore come era il Ranzani, occupandosi con tanta diligenza della Cicadeoidea raccolta nel Reno, non si fosse accorto che il *Balanorum congeries* figurato e illustrato dal Monti era esso pure da riferirsi alle *Cycadeoideae*.

Nel 1849, trascorsi già parecchi anni dalla pubblicazione della Memoria del prof. Ranzani sulla *Cycadeoidea intermedia* dei dintorni di Bologna, il Signor Giuseppe Scarabelli d' Imola, tra i sassi raccolti nel fiume Santerno, trovava una piccola *Cycadeoidea*, abbastanza ben conservata, e ne arguiva la provenienza dai vicini depositi miocenici. L' esemplare, quasi completamente silicizzato, alto m. 0,08 e con un diametro di circa m. 0,10, fu fatto segare e levigare longitudinalmente, dopo di averne cavato un modello per il museo di Storia naturale della Università di Bologna, allora sotto la direzione del prof. Giuseppe Bianconi. Metà dell' esemplare essendo rimasto presso lo Scarabelli si trova oggi nel Museo civico di Imola; l' altra metà essendo stata donata al Museo di geologia e mineralogia di Pisa servì al prof. Meneghini per farne la descrizione che pubblicò nella *Appendice alle Considerazioni sulla Geologia stratigrafica Toscana*, nel 1853 (2).

---

(1) Capellini G. — Ichthyosaurus Campylodon e tronchi di Cicadee nelle argille scagliose dell' Emilia. *Mem. della R. Accad. delle Scienze dell' Ist. di Bologna.* Serie IV, Tomo X. p. 431. Bologna 1890.

(2) Meneghini G. — Nuovi fossili toscani. In Appendice alle Considerazioni sulla Geologia stratigrafica Toscana. *Annali dell' Università Toscana.* Tomo III. pag. 38. Nota 14. Pisa 1853.

Il prof. Meneghini da valente botanico, come egli era prima ancora di essere geologo e paleontologo, descrisse accuratamente il prezioso fossile trovato dallo Scarabelli, trasse il maggior partito possibile dalla sezione longitudinale che ne era stata fatta e, dall'insieme dei caratteri, rilevò che quella pianta fossile potevasi ravvicinare soltanto al genere *Mantellia* di Brongniart; propose quindi per essa il nome di *Mantellia? Scarabellii*, Mgh. Vedi Tav. III, fig. 2 e 3, $^2/_3$ del vero. L'applicazione del microscopio allo studio dei legni fossili mediante le lamine sottili, già divulgata in Inghilterra per le splendide Memorie di Nicol e Witham, non era ancora stata usufruita da alcuno dei nostri paleontologi e può forse recar meraviglia che il prof. Meneghini, così strenuo microscopista come si era rivelato coi suoi lavori sulle alghe, non pensasse quanto avrebbe potuto approfondire lo studio del nuovo fossile qualora ne avesse fatto preparare delle sezioni così sottili da poterle sottoporre al microscopio.

Riconosciuta la grande importanza dei primi tronchi di Cicadeacee fossili, trovati erratici nel Reno e nel Santerno, particolarmente se ne interessarono lo stesso Scarabelli ed il prof. Bianconi, e quantunque il prof. Meneghini non accenni ad altre scoperte analoghe a quella fatta nel 1849 nell'Imolese, pure il distinto naturalista Pirazzoli già possedeva nella sua privata collezione in Imola un bellissimo tronco di altra Cicadeoidea trovato nel torrente Correcchio. Scarabelli opina che questo esemplare, raccolto dal Pirazzoli nel 1850 presso la villa di Belpoggio, si trovasse tra i ciottoli della terrazza quaternaria che in quella località fornì così importanti avanzi dell'industria umana dell'epoca della pietra, e che da ultimo fosse travolto nel torrente Correcchio.

L'esemplare, sezionato per metà nel senso dell'altezza e quindi anche trasversalmente e tangenzialmente, fu esaminato e studiato dal Massalongo, che pensò di distinguere la nuova specie col nome dello scopritore facendone preparare anche bellissime figure, giovandosi di quell'esimio artista che fu Onofrio Nannini. Porzione di una di tali figure che ne rappresenta la sezione longitudinale è riprodotta nella Tav. II, fig. 1.

Un modello eseguito per cura dello Scarabelli sopra una metà dell'esemplare, e da esso colorito soltanto assai imperfettamente nella faccia corrispondente alla sezione longitudinale, trovavasi nel museo di Bologna fino dal dicembre 1858 con la semplice indicazione: *Cycadeoidea Pirazzoliana,* Mass. Di questo importante esemplare oggi il Museo di Bologna possiede il modello di una metà accuratamente colorato sotto la mia direzione, parecchi frammenti notevoli dell'altra metà che già aveva servito per studio al Massalongo, e splendide preparazioni microscopiche eseguite a Gottinga per cura e sotto la direzione del Conte Prof. Solms-Laubach, che al nostro Istituto si compiacque farne generoso dono.

Una porzione di corazza di Cicadeoidea stata studiata dal Massalongo e da esso distinta col nome di *Cycadeoidea Bianconiana,* si trova pure da molti anni nella collezione del museo geologico e paleontologico di Bologna; di essa vi hanno modelli nei musei di Verona, Imola, Firenze, Pisa, donati o mandati in cambio dal prof. Bianconi, il quale, come ho ricavato dalla sua corrispondenza col Massalongo e con lo Scarabelli, ad istanza di questi naturalisti, pare che facesse modellare quel fossile soltanto verso la fine del 1858.

E qui per completare le notizie storiche intorno a questo unico esemplare, credo interessante di trascrivere un brano di lettera dello Scarabelli al Prof. Bianconi, gentilmente comunicatami dalla figlia superstite signora Giulia Bianconi Venturoli.

« Imola, 24 aprile 1853.

« Avendo avuto occasione l' altro giorno di essere nel vostro bel Museo
« vi osservai con molto piacere un tal fossile proveniente dalla *Samoggia,*
« il quale mancante di determinazione lo giudicai appartenere alla famiglia
« delle Cicadee, desumendolo da altro simile da me rinvenuto erratico nel
« Santerno riferibile al genere *Mantellia,* di cui il Meneghini ha voluto
« dedicarmene il nome specifico. Il vostro fossile si trova in uno scaffale
« inferiore dell' armadio che contiene le rocce ed i fossili Bolognesi ed ha
« l' aspetto grossolano di una pina gigantesca. Io desidererei sapere se
« quel fossile fu rinvenuto erratico, oppure se puossi arguire entro qual
« formazione fosse sepolto, molto interessando di conoscere fino a qual
« periodo geologico siano vissuti in questi paesi tali vegetali ».

Il 12 maggio di quello stesso anno il Prof. Bianconi rispondeva che ignoravasi la derivazione geologica di quel fossile e che solo era noto essere stato trovato in *Samoggia,* peró non accenna neppure da chi fosse stato raccolto e in quale anno. Nel 1856 lo Scarabelli ed il Massalongo per mezzo del Bianconi si procurarono i disegni eseguiti dal Nannini che gentilmente furono messi a nostra disposizione pel presente lavoro; essi erano destinati alla illustrazione che, fino dal 1858, si era proposto di farne il Massalongo, rapito poco dopo alla scienza e all' Italia. Nella Tav. II, fig. 2 l' esemplare é rappresentato a metá della grandezza naturale da una mia fotografia del vero.

La importanza di questa Cicadeoidea sará meglio chiarita dal mio collega Solms-Laubach che ne fará apprezzare le particolaritá per le quali si é creduto opportuno di mantenere questa specie distinta, come aveva giá proposto il Massalongo.

Nell' aprile del 1858 Massalongo e Scarabelli trovandosi insieme a passeggiare nel giardino Feruzzi-Malagnini alle mura dei Padri in

Verona, fermatisi ad osservare un muricciuolo cui erano appiccicate alcune stalattiti trovarono tra queste un sasso che non esitarono a riconoscere per un frammento di tronco di Cicadeoidea.

Del nuovo esemplare, evidentemente diverso da quelli già scoperti nel Bolognese e nell'Imolese, il Massalongo pensava di fare una illustrazione, come si ricava anche da una lettera scritta poco dopo all'amico Scarabelli; ma in realtà non lasciò altro che la indicazione del nome col quale intendeva distinguere la nuova Cicadeoidea. Tale indicazione si trova nel *Syllabus plantarum fossilium* stampato in Verona, un anno prima della morte di quell'infaticabile naturalista, ove a pag. 20 si leggono semplicemente queste poche parole: N. 24 *Cycadeoidea,* Buckl. *Cycadeoidea Veronensis,* Massal. In litt. et in specim. plast. *(Formatio ignota erratica agri Veronensis)* (1). L'esemplare è troppo brutto, perchè valesse la pena di fotografarlo.

La Cicadeoidea veronese mi era nota per un cattivo modello che si trovava nel museo di Bologna inviato dal Massalongo al prof. Bianconi, altre copie ne aveva veduto a Pisa e in Imola; ma occorrendo di esaminare l'originale e di fare qualche sezione microscopica, nel marzo del 1889 ne scrissi al Cav. Enrico Nicolis. Nella dolorosa circostanza della terribile innondazione che avvenne in Verona nell'autunno del 1882, questo interessante esemplare essendo stato travolto in mezzo ad altre pietre, il bravo Nicolis ebbe non poca pena per rintracciarlo in un cumulo di macerie, come egli stesso me ne scriveva il 13 marzo 1889. La fossilizzazione della Cicadeoidea veronese non permette di sospettare neppure lontanamente che l'esemplare provenga dal terziario, invece si potrebbe dubitare di non lontani rapporti col giurassico superiore. Il Nicolis, dopo avere escluso che si possa riferire a calcari eocenici e dopo avere accennato che potrebbe invece essere giurassico, ritiene che, con maggiore sicurezza, si abbia a giudicare del cretaceo; il Prof. Taramelli opina per la provenienza dell'interessante fossile dalla parte superiore del Biancone, d'ordinario meno compatta della parte inferiore e di color bianco sporco tendente al rossigno come appunto l'esemplare in quistione. Nulla in proposito si è trovato tra gli appunti del Massalongo relativi a Cicadeacee, che evidentemente sono anteriori alla scoperta dell'esemplare del giardino Feruzzi-Malagnini.

Nel luglio del 1869 mi fu indirizzato un contadino che aveva trovato nell'Idice una strana pietra che però riteneva potesse interessarmi per la collezione dei fossili. Nella pietra raccolta nel letto dell'Idice e certamente

---

(1) Massalongo A. B. — Syllabus Plantarum fossilium hucusque in formationibus tertiariis agri Veneti delectarum. pag. 20. Veronae MDCCCLIX.

proveniente dalle argille scagliose non era difficile di ravvisare una porzione di tronco di Cicadeoidea, alquanto diversa da quelle delle quali il museo possedeva già esemplari o modelli, e per sole tre lire mi riescì di acquistarla. Conservava l'esemplare con la semplice indicazione: *Cycadeoidea sp.*, ed il collega Conte Solms-Laubach, avendo constatato che si trattava realmente di una specie nuova, si compiacque di distinguerla col mio nome; sicché questo e altri esemplari meglio conservati raccolti in seguito nel Reggiano sono ora descritti e figurati sotto il nome di *Cycadeoidea Capelliniana,* Solms. Nella Tav. I. fig. 4 l'esemplare in quistione è rappresentato a $1/3$ della grandezza naturale, da una fotografia, ed è facile di rilevare che si tratta di un frammento di un esemplare molto grande; vi si scorgono due gemme fiorifere in posto ed il vuoto lasciato da una terza che andò perduta.

Il bellissimo tronco di Cicadeacea illustrato dal Prof. Caruel nel 1870 col nome di *Raumeria Cocchiana*, nel 1869 fu raccolto erratico nel torrente Marnia presso la villa Panciatichi a San Mezzano nel Valdarno superiore. La Marchesa Marianna Paulucci nata Panciatichi Ximenes pensò di offrirlo in dono al Museo di Firenze, le cui collezioni paleontologiche erano allora sotto la direzione del Prof. Igino Cocchi e questi non esitò ad affidarlo al collega ed amico Prof. Caruel perché lo studiasse e ne facesse degna illustrazione (1). Il museo di Bologna possiede oggi la più ricca e forse la più importante collezione per lo studio delle Bennettitee, perché oltre classici e unici esemplari vi hanno frammenti, sezioni sottili e stupendi modelli di tutte le Cicadeoidee italiane e di alcune straniere. Della Cicadeoidea fiorentina, non essendo più direttore delle collezioni il Prof. Cocchi, non ci è riescito di poter ottenere di cavare un modello dell' intero esemplare; mentre a tal fine e nell' interesse della scienza, dal Museo nazionale della Smithsonian Institution di Washington ci veniva comunicato l' unico esemplare di *Zamiostrobus mirabilis* descritto e figurato da Lesquereux (2). Nella collezione del museo di Bologna la *C. Cocchiana* è rappresentata dal modello di una sezione trasversale che fu comunicata al Prof. Solms-Laubach, dal quale ebbi in dono anche bellissime sezioni sottili.

Dal 1874 al 1879 quattro belli esemplari della *C. Capelliniana* furono raccolti nel Reggiano. Un primo esemplare raccolto a Paullo presso Casina fu portato al Museo civico di Reggio il 2 Febbraio 1874 e con la indica-

(1) Caruel T. — Osservazioni sul genere di Cicadacee fossili Raumeria e descrizione di una specie nuova. *Bollettino del R. Comitato geologico d'Italia*, Vol. I. pag. 181. Firenze, 1870.

(2) Alla generosità del Conte prof. Solms-Laubach il museo di Bologna deve altresì notevole porzione dell'esemplare di *Bennettites Gibsonianus,* Carr., da esso illustrato nei N. 49-52 del *Botanische Zeitung* per il 1890.

zione di *Mantellia nidiformis?* fu catalogato a pag. 242. Altro esemplare alquanto più grande, intero e ben conservato, fu raccolto a Vallestra presso Carpineti sulla destra del Tresinaro e fu acquistato per il Museo civico l' 8 luglio 1875 ed esso pure catalogato come il precedente a pag. 238. La figura 3, Tav. I, rappresenta l'esemplare di Vallestra per uno dei lati minori e fotograficamente ridotto a $1/2$ della sua grandezza; esso é a base ovoidale, mentre gli altri esemplari sono a base più sensibilmente rotonda.

Nessuna importante notizia ho potuto raccogliere intorno al giacimento di questi due esemplari, pei quali posso aggiungere soltanto che il Tresinaro attraversa argille scagliose e che la bella conservazione delle due Cicadeoidee del Museo reggiano attesta che non furono trascinate lontane dal luogo ove si liberarono dalla roccia nella quale stavano sepolte. Il museo di Bologna, per la cortesia del Prof. Cav. Jona già nostro alunno, possiede modelli perfetti e metà degli esemplari, oltre le impareggiabili sezioni sottili che servirono allo studio che ne ha fatto il Prof. Solms-Laubach. Altri due esemplari di *C. Capelliniana* furono pure raccolti nel Tresinaro presso Scandiano e questi si trovano nella collezione dell' abate D. Antonio Ferretti prevosto di S. Ruffino. (1) Il Ferretti trattó di questo suo ritrovamento in una nota alla Società italiana di scienze naturali e ritenne che quelle Cicadeacee provenissero dalla arenaria elveziana di Montebabbio nella quale si trovano altri avanzi di piante fossili; é peró da notare che alla base di dette arenarie vi hanno le argille scagliose e che gli esemplari di Cicadeoidee non furono trovati nella arenaria, bensi tra i ciottoli del torrente Tresinaro, esattamente come gli esemplari del Museo di Reggio. Mentre l'abate Ferretti si affaticó per provare che le Cicadeoidee raccolte presso Montebabbio dovevansi ritenere per mioceniche, dopo le recenti scoperte nel Bolognese e in America (2) penso che non si possa più dubitare che si abbiano invece a ritenere come cretacee. E poiché in breve tempo nel Tresinaro sono stati trovati parecchi esemplari di una stessa specie, *C. Capelliniana*, tutti ben conservati, giova sperare che si giunga a scoprirne ancora qualcuno tuttavia in posto nelle argille scagliose del Reggiano, analogamente a quanto é avvenuto per la *Cycadeoidea Masseiana* nel Bolognese.

Nel 1875 il Museo civico d' Imola veniva ad arricchirsi di un superbo esemplare di una nuova Bennettitea e anche di questa il Museo di Bologna possiede un modello perfetto e sezioni microscopiche.

La nuova Cicadeacea fu scoperta nel vecchio muro di una chiavica

---

(1) Ferretti Ab. Ant. — Scoperta di una Fauna e di una Flora miocenica a *facies* tropicale in Montebabbio (prov. di Reggio Emilia). *Atti della Società italiana di Scienze naturali.* Vol. XXI. Milano 1879.

(2) Fontaine W. Morris. The Potomac or Younger Mesozoic Flora. *U. S. Geol. Survey.* Vol. XV. pag. 186-193, Pl. CLXXIV. to CLXXVIII. Washington 1889.

ove insieme ad altri ciottoli aveva servito a quella costruzione nelle vicinanze di Castel S. Pietro. Mentre si attendeva alla riparazione del vecchio muro, il signor ingegnere Giuseppe Marani notò il curioso sasso, e ritenendolo di qualche interesse per i naturalisti lo passò al signor Filippo Zarabini da cui fu donato pel Museo civico di Imola. Il senatore Scarabelli avendo riconosciuto che si trattava di un nuovo tronco di Cicadeacea, lo fece sezionare nel senso della sua altezza secondo il diametro maggiore della base ovoidale, e poiché riconobbe che si trattava di nuova specie, pensò di distinguerla col nome di *Bennettites Maraniana* in onore del fortunato scopritore. Questo esemplare mostra di essere stato alquanto travolto in mezzo ad altri ciottoli e non è possibile di indovinare ove sia stato raccolto. Vedi Tav. II. fig. 3. Tav. III, fig. 4. Per la forma ricorda la *C. Scarabellii* in dimensioni colossali, tanto che si potrebbero sospettare stretti rapporti tra le due specie.

In quello stesso anno 1875 furono pure raccolti nel Santerno due frammenti di Cicadeacee, uno dei quali affatto indeterminabile; mentre l'altro, benchè mal conservato, fu attribuito dubitativamente al genere *Cycadea* e distinto come nuova specie sotto il nome di *Cycadea Imolensis.*

Prima di lasciare il Museo d'Imola accennerò che una bella porzione di tronco di *Cicadeoidea Maraniana* fu trovato nel 1889 nel torrente Correcchio, di fronte al podere Belpoggio ove nel 1850 era stata trovata la *C. Pirazzoliana.* Questo esemplare, per il suo stato di conservazione e pel modo di fossilizzazione, ricorda pure la *C. Pirazzoliana* piuttosto che il grande esemplare di *C. Maraniana* di Castel S. Pietro, ed il Museo di Bologna, per squisita gentilezza del Senatore Scarabelli, ne possiede una metà, oltre il modello eseguito con ogni diligenza prima che l'esemplare fosse sezionato. Che anche questo tronco di Cicadeoidea originariamente derivi dalle argille scagliose non credo si possa più dubitare, però lo Scarabelli ritiene che da ultimo facesse parte del conglomerato quaternario di Monticcino e Belpoggio e che di lì sia precipitato nel torrente Correcchio.

Ed ora dirò di un tronco di Cicadeoidea che veramente sarebbe il più anticamente stato raccolto fra quanti se ne conoscono. Il Conte Gozzadini nel suo classico lavoro « *Ragguaglio di ulteriori scoperte nell' antica necropoli di Marzabotto nel Bolognese* » ricorda che sopra molte delle tombe in forma di arche vi era *un grande e talora enorme ciottolo di figura assai regolare non per lavoro ma per scelta.* Tra questi ciottoli disotterrati dal 1867 al 1869 e che il Gozzadini pensò fossero posti sui sepolcri come pietre ornamentali o come simboli di un rito, i più singolari per la qualità della pietra o per la forma naturale furono messi in disparte e molti anche oggi se ne possono vedere nel Museo del signor Conte Pompeo Aria.

Il Prof. Giuseppe Bianconi visitando nel 1878 la celebre raccolta

degli oggetti provenienti dalla antica necropoli di Marzabotto, fra i sassi ammonticchiati e messi da parte, come degni di qualche riguardo, ne adocchió uno in cui credette di ravvisare un tronco di Cicadeacea fossile.

Avvertito dal cortese amico e, per la descrizione fattami dello strano sasso, quasi sicuro che egli era nel vero sospettandolo una Cicadeacea fossile, per mezzo del signor Cav. Silvestrini pregai il signor Conte Pompeo Aria a voler donare al Museo paleontologico il sasso nero e bucherellato che il Prof. Bianconi aveva notato nella circostanza della sua visita a Marzabotto.

Il gentilissimo sig. Conte avendo cortesemente accolta la mia domanda, la collezione paleofitologica del Museo bolognese veniva ad arricchirsi di uno dei più bei tronchi di Cicadeoidea fino allora conosciuti. L'esemplare quasi interamente silicizzato è d'un bel nero ebano, che emula quello della pietra di paragone, è troncato superiormente e presenta una sezione trasversa alquanto ovale, avendo per diametro maggiore della base m. 0,355 con un diametro minore di m. 0,260; l'altezza del tronco è m. 0,210. In corrispondenza di una delle faccie maggiori è soltanto m. 0,160 quando si misuri sulla faccia opposta, avendo la faccia superiore della frattura del tronco un poco inclinato. L'esemplare fu sezionato dall'alto in basso nel senso del minor diametro della base e quindi una metà fu sezionata trasversalmente e poscia in più direzioni per averne le sezioni sottili per lo studio. Nella Tav. I, fig. 2 l'esemplare veduto per uno dei lati minori è rappresentato da una fotografia, a $1/3$ della grandezza naturale.

Sulla faccia laterale corrispondente alla minore altezza vi ha una fossetta scutellare elittica, lunga circa dieci centimetri, prodotta evidentemente per lenta ma lunga logorazione artificiale. Non esito a ritenere che tale logorazione sia dovuta all'uso cui era destinata questa pietra silicea e finamente granulare, cioè per affilare strumenti di pietra o di metallo.

È probabile che da ultimo la pietra sia stata collocata come ornamento e ricordo sulla tomba di chi se ne era per lungo tempo servito; credo però di dovere escludere che si trovasse entro la tomba, anzicchè al posto di uno dei soliti ciottoli, perchè in tal caso chi dirigeva gli scavi con tanta diligenza non avrebbe mancato di farne cenno. Trattandosi di una specie nuova, per ricordo della antica provenienza abbiamo pensato di distinguerla col nome di *Cycadeoidea etrusca* e approfitto di questa circostanza per rinnovare pubblicamente le più sentite grazie all'egregio donatore signor Conte Pompeo Aria.

All'abate D. Antonio Ferretti siamo pure debitori della scoperta di un tronco di Cicadeacea sezionato trasversalmente che, con maggiore probabilità, si può ritenere proveniente dalla arenaria di Montebabbio, perchè evidentemente logorato per lungo trasporto e coperto di una crosta per la

quale dapprima fu giudicato di poca importanza. Il D. Ferretti mi ha assicurato di aver raccolto anche questo esemplare nel 1879; però di esso non è fatta menzione nella sua nota alla Società italiana di scienze naturali e i due esemplari ivi ricordati si riferiscono entrambi alla *C. Capelliniana*, Solms, come ho già sopra accennato. Questo frammento, studiato con ogni maggior diligenza, fu trovato meritevole di essere distinto da tutte le Cicadeoidee fin qui enumerate, e l'esame microscopico ha confermato che si tratta di una nuova specie alla quale abbiamo perciò creduto conveniente di dare il nome di *Cycadeoidea Ferrettiana*, in onore del zelante cultore della storia naturale, possessore di una interessante raccolta dei fossili dei dintorni di S. Ruffino, Montebabbio ed altre località del Reggiano.

Fino al 1889, malgrado le più accurate indagini, incerta era ancora la vera provenienza dei tronchi di Cicadeacee fossili dell'Emilia e delle altre regioni italiane (1). La fortunata scoperta di una notevole porzione di tronco di Cicadeoidea nelle argille scagliose delle vicinanze di Ozzano nel Bolognese tolse ogni incertezza sul giacimento originario e sulla età indubbiamente cretacea di tali vegetali fossili, anche in Italia come in altre parti di Europa ed in America.

Nella Memoria sull' *Ichthyosaurus Campylodon e sui tronchi di Cicadee dell'Emilia* ho estesamente narrato come nel novembre del 1889 il signor Conte Francesco Massei scoprì il superbo esemplare che oggi si ammira nel Museo geologico di Bologna, meritamente distinto col nome dell'intelligente raccoglitore e munifico donatore (2). In quella Memoria, dopo aver reso conto della scoperta della *Cycadeoidea (Raumeria) Masseiana*, dissi anche succintamente dei suoi rapporti con il fossile illustrato dal Monti come supposta Congerie di Balani e, per errore, fu stampato che faceva parte della privata raccolta del Conte Grassi mentre invece dovevasi stampare Grati, essendo questa e non quella la famiglia cui apparteneva il casino di Castel de' Britti ora di proprietà delle signore Marchese Maria e Teresa Spada (3).

Nel novembre del 1890, accompagnato dal signor Conte Francesco Massei e con gentile annuenza del sig. Ing. Cavalieri, recatomi nuova-

---

(1) Il Dott. Manzoni ritenne che i tronchi di Cicadee del Bolognese e dell'Imolese provenissero dalle molasse e conglomerati miocenici ricchi di elementi quarzosi e con legni silicizzati, e ciò potrebbe esser vero per esemplari rotolati e provenienti da antiche denudazioni del Cretacico dal quale in parte egli stesso ammette derivati quei materiali. Manzoni A. La Geologia della provincia di Bologna. *Annuario della Società dei Naturalisti di Modena*, Anno XIV, fasc. I. Modena, 1880.

(2) Capellini G. — Ichthyosaurus Campylodon e tronchi di Cicadee nelle argille scagliose dell'Emilia. *Memorie della R. Accademia delle scienze dell'Ist. di Bologna.* Serie IV. T. X, p. 446-448. Tav. II. Bologna, 1890.

(3) Ho creduto necessario di insistere sull'errore occorso, perchè anche il Conte Grassi aveva un museo con oggetti di storia naturale.

vamente sul posto ove era stata scoperta la *C. Masseiana* feci scavare profondamente il terreno in area abbastanza estesa e riescii ancora a trovare poche schegge che meglio servirono a constatare la esatta posizione ove quel superbo esemplare era stato rotto per poterlo estrarre e cacciare più facilmente fuori del campo nel viottolo ove il Conte Massei ne trovò il primo frammento. Alcune di queste schegge ho potuto rimettere al loro posto, ma indubbiamente alcuni importanti frammenti restano ancora da trovare. L' esemplare come si trova oggi nel museo di Bologna è rappresentato nella Tav. I, fig. 1 ridotto fotograficamente a $\frac{1}{4}$ della sua grandezza; esso è assai guasto nella metà longitudinale opposta a quella figurata e si capisce che era parzialmente marcito e deteriorato assai prima che fosse sepolto e fossilizzato, mentre conservatissima è la porzione figurata.

Mentre con la scoperta fatta presso Ozzano veniva definitivamente accertato il giacimento delle Cicadeacee fossili nell'Emilia, W. M. Fontaine pubblicava a Washington interessanti notizie intorno a due tronchi di Cicadeoidee scoperti nel Maryland e aventi stretti rapporti, almeno apparentemente, con la *C. Maraniana* (1).

Fino dal maggio 1859 il signor Tyson aveva avuto due tronchi di Cicadeacea silicizzati provenienti dalla argilla variegata del gruppo Potomac, formazione giurassico-cretacica che si ritiene corrispondente in parte al *Wealden* e in parte al *Purbeck* degli autori inglesi.

Gli esemplari donati a Tyson dal dott. Jenkins e dal signor Emack erano stati trovati il primo presso *Contee's Station* ed il secondo presso *Beltsville* e furono depositati nel Museo di Baltimore; dalle stesse argille presso Contee's il Tyson ottenne importanti avanzi di Sauriani scavati in una miniera di ferro, e per essi potè meglio essere determinata la corrispondenza cronologica di quella formazione. La scoperta di Tyson (ricordata da Dana nel manuale di geologia, parlando delle piante cretacee (2)) fu citata anche da Carruthers, il quale, per mezzo del dott. Dawson, avendo avuto una fotografia di quei fossili non dubitò di riferirli al genere *Bennettites* con squame un poco più piccole di quelle del *B. Saxbyanus* (3).

Fontaine, creando senza necessità il nuovo genere *Tysonia*, distingue la Cicadeacea fossile del Potomac col nome di *Tysonia marilandica* riferendovi i due tronchi e i frammenti sopraricordati. Le descrizioni e le figure sono accurate, ma in mancanza di ogni sorta di sezioni crediamo

(1) Fontaine W. M. — The Potomac or younger mesozoic Flora. U. S. Geol. Survey, Vol. XV, p. 186-193, Pl. CLXXIV-CLXXX. Washington 1889.

(2) Dana J. — Manual of Geology. Rev. Edit. p. 472. Philadelphia 1868.

(3) Carruthers Wm. — On fossil Cycadean Stems from the secondary Rocks of Britain. *Transactions of the Linn. Society of London*, Vol. XXVI, p. 679, 708. London 1870.

impossibile di discutere intorno a più intimi rapporti con taluna delle nostre Cicadeoidee.

Ciò che vi ha di ben interessante e che a me piace di notare si è che, tra il giacimento delle Cicadeoidee dell'Emilia e quello delle Cicadeoidee *(Tysonia)* del Maryland vi ha pure quasi perfetta corrispondenza cronologica e grandissima somiglianza litologica. Una parte delle argille variegate del Potomac superiore corrisponde assai bene alle nostre argille scagliose, delle quali talvolta presenta anche il carattere frammentario e scaglioso; e mentre, pei fossili, le argille variegate del Potomac superiore si fanno corrispondere al *Cenomaniano* di Europa, si nota poi che anche in America vi ha una specie di *hiatus* nella serie cronologica sovrapposta e che l'Eocene o l'Oligocene ricoprono immediatamente le dette argille (1). Nel Potomac inferiore predominano arenarie e sabbie ferruginose, talvolta veri conglomerati, che si considerano della età del *Wealden* e dalle quali si presume che in parte derivino gli avanzi copiosi di Cicadeacee e altre piante cretacee del piano superiore.

(1) Fontaine W. M. — Mem. cit. pag. 50, 56, 60, 62. Washington 1889.

ELENCO
DELLE BENNETTITEE ITALIANE

CON LA INDICAZIONE CRONOLOGICA

DELLA LORO SCOPERTA E GIACIMENTO

E DEI MUSEI

OVE SI CONSERVANO GLI ESEMPLARI O PARTE DI ESSI

1745	Cycadeoidea Montiana, *Capellini* e *Solms* (Lapideorum balanorum insignis congeries, *Monti* 1753)	rio della Cavaliera, Bolognese.	figurata dal *Monti*; l'esemplare smarrito.
1825	C. intermedia, *Ranzani*	fiume Reno, Bolognese	Museo geologico di Bologna.
1849	C. Scarabellii, *Meneghini*	fiume Santerno, Imolese	Musei d'Imola e Pisa.
1850	C. Pirazzoliana, *Massalongo*	torrente Correcchio, Imolese.	» d'Imola e Bologna.
1852	C. Bianconiana, *Mass.* e *Scarabelli.*	torrente Samoggia, Bolognese	Museo geologico di Bologna.
1859	C. Veronensis, *Massalongo*	? Veronese	Museo civico di Verona.
1869	C. Capelliniana, *Solms*	fiume Idice, Bolognese	Museo geologico di Bologna.
1870	C. Cocchiana, *Caruel.*	torrente Marnia in Valdarno	Museo di Firenze.
1874	C. Capelliniana, *Solms*	torr. Tresinaro presso Scandiano.	S.ta Ruffina coll. *Ferretti.*
1875	C. Capelliniana, *Solms*	» » »	» » »
1875	C. Maraniana, *Scarabelli*	Castel S. Pietro	Museo civico d'Imola.
1875	C. specie indeterminata	fiume Santerno?, Imolese.	Musei d'Imola e Bologna.
1875	Cycadea Imolensis, *Capellini* e *Solms.*	» » »	» » »
1878	Cycadeoidea Etrusca, *Cap.* e *Solms.*	Necropoli etrusca di Marzabotto.	Museo geologico di Bologna.
1879	C. Ferrettiana, *Capellini* e *Solms*	Monte Babbio, Reggiano	» » »
1879	C. Capelliniana, *Solms*	Paullo nel Reggiano	Musei di Reggio Emilia e Bologna.
1879	C. Capelliniana, *Solms*	Vallestra, Reggiano.	» » »
1889	C. Maraniana, *Scarabelli*	torrente Correcchio, Imolese	Musei d'Imola e Bologna.
1889	C. Masseiana, *Capellini*	Ozzano, Bolognese	Museo geologico di Bologna.

II.

Parte botanica (*)

del Prof. Conte E. Solms Laubach.

Da lungo tempo nelle più recenti formazioni mesozoiche si conoscono resti di tronchi non ramificati, di forme più o meno tozze, superficialmente coperti tutt' attorno da una corazza formata da squame e da basi fogliari saldamente stipate tra loro. Nella frattura trasversale questi tronchi mostrano un potente midollo circondato da un debole incremento secondario. Poichè il complesso di tali caratteri é affatto proprio delle nostre Cicadee viventi, cosí sino a questi ultimi tempi quei resti fossili furono senz' altro riguardati come di vere Cicadee, e come tali per primo li giudicó Buckland (1) coll' assenso di R. Brown. Anche Corda (2), avendo osservato una di queste forme, il suo *Zamites Bucklandi,* inconsideratamente la riferí alle Cicadee, sebbene ne riproducesse uno dei caratteri che da esse la distinguono. Finalmente Carruthers (3) riconoscendone giustamente i caratteri differenziali, fondó il genere *Bennettites,* la cui fruttificazione egli poté osservare nell' esemplare magnificamente conservato di *B. Gibsonianus;* oltre la citata specie, riferí pure al suo nuovo genere una quantitá di altri resti di tronchi. Carruthers peró non tenne conto abbastanza delle differenze da lui trovate, altrimenti non avrebbe lasciato tra le Cicadee questo genere, per il quale del resto fondó una suddivisione propria. La difficoltá di mettere d' accordo la sua descrizione del *Bennettites* con ció che noi sappiamo delle Cicadee, avrá principalmente influito a che in seguito gli autori in generale trascurassero la de-

(*) Traduzione dal Tedesco del Dott. Cav. C. Fornasini.

(1) W. Buckland. — On the Cycadeoideae, a family of fossil plants found in the Oolithe-quarries of the isle of Portland. Trans. Geol. Soc. of London, ser. 2, vol. II. (1829), p. 395 e seg.

(2) A. T. Corda. — Beiträge zur Flora der Vorwelt. Prag. 1845.

(3) W. Carruthers. — On fossil Cycadean stems from the secondary rocks of Britain. Trans. Linn. Soc., vol. 26 (1868), p. 675 seg.

scrizione medesima, alquanto laconica e più o meno da loro male intesa, sicchè da ultimo il vero stato delle cose minacciava di essere dimenticato; ond' io, dopo nuovo esame dell' originale (1), mi sono adoperato a richiamare quel genere alla memoria dei botanici e dei geologi, e a farne apprezzare il grande valore e l' importanza.

Riassumiamo in breve le differenze che esistono tra le Bennettitee e le Cicadee, come io (l. c.) le ho esposte. Il tronco fiorifero di ogni Cicadea, colla sola eccezione della *Cycas* ♀ è, come estesamente ho dimostrato (2), un simpodio, i cui singoli rami terminano sempre con uno spadice. Nulla di simile si riscontra nei *Bennettites:* le gemme florali saltan fuori lateralmente, spingendosi con violenza tra le basi fogliari legnose, e, secondo ogni probabilità, devono originarsi dai bottoni ascellari di queste ultime, rimasti per lungo tempo in uno stato di inoperosità, come i cosidetti « occhi in riposo ». Mentre il ramo florale delle Cicadee presenta un asse semplice e coperto di foglie staminali o di carpidii inserti a spira, qui invece abbiamo una struttura molto più complicata: coperto inferiormente di squame, esso termina in un cuscino carnoso che dà origine a un ciuffo di organi stiliformi di due specie. Gli uni di questi finiscono col seme maturo, gli altri continuano a crescere, prolungandosi colle loro punte sino a formare uno strato di corteccia chiuso, che é attraversato da cavità foveiformi contenenti i semi. Questi semi, derivati da ovuli atropici, contengono l' embrione provvisto di due cotiledoni, e sembrano essere privi di endosperma. Per ciò che riguarda il significato morfologico, sono possibili parecchie interpretazioni, già indicate nella mia memoria sopra citata.

Nella regione vegetativa delle Cicadee, ogni foglia riceve dal tronco due fasci fogliari, i quali scorrono quasi orizzontalmente nella corteccia come due archi in forma di cintura; da questi archi un gran numero di cordoni scendendo obliquamente entra nell' anello di cambio. In rapporto a ciò, il loro legno secondario è attraversato da fessure midollari, numerose, uniformi e strette, nelle quali penetrano i fasci di decorrenza fogliare; tutto ciò nella sezione trasversale appare come un anello di legno, chiuso e omogeneo. Nei *Bennettites* la cosa è affatto diversa. In essi la decorrenza fogliare ha un solo cordone che scorre in linea retta verso l' interno e all' ingiù attraverso la corteccia, per riescire nell' anello di cambio. Il suo passaggio per mezzo all' incremento secondario è segnato da un raggio midollare di considerevole larghezza, che si distingue essenzialmente da-

(1) H. Graf zu Solms. — Ueber die Fructification von *Bennettites Gibsonianus* Carr. Botanische Zeitung. Jahrg. 48 (1890), p. 789 seg.

(2) H. Graf zu Solms. — Die Sprossfolge der Stangeria und der übrigen Cycadeen. Botanische Zeitung, Jahrg. 48 (1890), p. 177 seg.

gli altri che vi si osservano. Mediante questi raggi midollari, la sezione trasversale dell' anello legnoso viene allora spartita in tanti segmenti di larghezza diversa, tra i quali rimangono delle lacune piene di parenchima. Io ho precedentemente (l. c.) dimostrato che nelle Cicadee un simile processo è caratteristico della estremità florale di ogni ramo simpodiale.

Le basi fogliari e le squame delle Cicadee sono fornite di peli acuminati, numerosi, semplici, unicellulari, i quali sovente sono serpeggianti o arcuati, e talvolta, p. e. nei *Dioon*, si accumulano a formare masse lanose, a mo' di feltro, che riempiono gli interstizii della corazza che riveste il tronco. Anche le Bennettitee mostrano tra le squame della corazza una simile massa di riempimento costituita da peli intrecciati; ma questi peli hanno una natura differente e assai caratteristica: si presentano, cioè, come larghe squame paragonabili ai ramenti delle felci, e sono formati di uno o più strati di cellule allungate.

Sfortunatamente nulla ci è noto intorno ai fiori maschi, alle foglie e alle radici del gruppo delle Bennettitee; quindi non è possibile istituire confronti colle parti corrispondenti delle Cicadee. Forse potremo ricercarne le foglie tra le numerose impronte che ora sogliono essere indicate come foglie di Cicadee: un esame della struttura dei peli che in esse forse si potrebbe constatare, offrirebbe utile appoggio.

Del solo *Bennettites Gibsonianus* sono note tutte le particolarità già enumerate. La sua fruttificazione ci è conservata, probabilmente perchè non arrivava alla superficie esterna della corazza; vi hanno però molti altri tronchi nei quali, di tali gemme rimangono almeno le parti basali fornite di squame, mentre andarono perduti i coni fruttiferi che erano esciti. Non si può dubitare della loro parentela col *B. Gibsonianus;* ed anzi gli altri caratteri generici in essi si riscontrano senza eccezione.

I tronchi attuali di Cicadee fioriscono soltanto dopo avere raggiunta una certa età, spesso assai considerevole; ciò si sarà verificato senza dubbio anche nelle Bennettitee. Fra i blocchi da me studiati ve ne ha uno (1) riferibile al *B. Gibsonianus,* trovato in Luccomb Chine dal dott. Leeson, costituito dalla base arrotondata del tronco e rotto in alto di traverso e irregolarmente. Esso mostra i giri corrispondenti alle gemme florali solo in vicinanza dell' orlo della frattura: la sua porzione basale ne è affatto priva. Per tali circostanze non sarà da meravigliarsi, se qua e là s' incontrano anche esemplari i quali, sebbene mostrino i caratteri delle Bennettitee, mancano tuttavia delle gemme florali; tali esemplari, secondo i casi, po-

(1) Una metà di questo blocco è in mie mani; l' altra metà ho ceduta al Museo di Bologna, al fine di completare maggiormente la magnifica collezione di Bennettitee che vi si conserva.

tranno con grande probabilità riguardarsi come giovani individui, oppure come porzioni basali di individui adulti.

Dal modo di presentarsi delle foglie e dei carpofilli dobbiamo concludere che il tipo delle Cicadee sia molto antico, e che anzi il genere *Cycas* realmente sino dal Retico sia comparso nella sua forma attuale. Si dovrebbe dunque aspettarsi che tra i numerosi resti di tronchi, di cui è conservata l' interna struttura, si presentassero anche quelli con struttura tipica delle Cicadee; ma tutti questi tronchi simili a Cicadee presentano in modo rimarchevole la costituzione normale delle Bennettitee, per quanto la loro conservazione permette di risolvere questo punto problematico. E siccome certamente non si può ammettere che gli antichi resti di *Cycas* finora noti siano cresciuti sopra tronchi di tal fatta, così rimane soltanto a sperare che col tempo impareremo a conoscere anche quelli che non furono peranco scoperti. Finalmente, resta enigmatico perchè i tronchi di Bennettiti siano così privilegiati in confronto di quelli delle *Cicadee.*

Che i tronchi descritti da Carruthers (l. c.) coi nomi generici di *Bennettites, Mantellia e Raumeria,* appartengano alle Bennettitee, è indubitabile, ad eccezione però della *Mantellia pygmaea;* probabilmente anche questa vi appartiene, ma intanto non ne siamo certi dopochè l' originale figurato in Lindley e Hutton andò perduto. Tra i resti trovati in Francia, vi appartiene certamente il *Clathropodium Trigeri* di Saporta (1). Un paio di altri tronchi di Bennettitee, parimente non dubbii, di recente sono stati descritti in America. Uno di essi, raccolto da Hayden presso Golden nel Colorado, è stato descritto da Lesquereux (2) come *Zamiostrobus mirabilis* Lesq. e figurato assai incompletamente. Ho potuto accertarmi che esso in realtà appartiene a questo tipo, dacchè l' originale mi fu gentilmente trasmesso per esame dalla Direzione del Museo Nazionale degli Stati Uniti; di che io porgo in questa circostanza i miei più vivi ringraziamenti.

Due altri tronchi di *Bennettites* della « lower Potomacformation » sono stati descritti recentemente da Fontaine (3) come *Tysonia marylandica.* Le basi per il suo nuovo nome generico (non necessario) non mi sono riescite chiare. Probabilmente si tratta di un tronco di Bennettite anche per la *Cycadeoidea munita* Cragin (4) dell' arenaria di Cheyenne,

(1) G. de Saporta. — In: Paléontologie française, série 2. Végétaux. Plantes jurassiques. Vol. II. Cycadées, tab. 122.

(2) Report of the United States Geol. Survey of the Territories. — F. V. Hayden U. S. Geologist in Charge. — Vol. VII. Contributions to the fossil Flora of Western Territories. — Part. 2. The Tertiary Flora by Lesquereux, p. 70 seg., tab. 63, fig. 1 — Id.

(3) F. M. Fontaine. — The Potomac or younger Mesozoic Flora. Monographs of the United States Geol. Survey, vol. XV. Washington 1889.

(4) F. W. Cragin. — Bulletin of Washburn College Laboratory of Nat. Hist., vol. II. Topeka (Kansas) 1889. Contributions to the Palaeontology of the Plains n. 1.

che io però conosco soltanto per le relative comunicazioni di Lester Ward. Una ricca miniera di tronchi di Bennettitee è infine l'Alta Italia. I diciannove esemplari che stanno a base di questa memoria appartengono senza eccezione a quel gruppo. Tutti i possessori privati e i direttori di musei, che ci hanno permesso di sezionarle e di studiarle, si abbiano qui i dovuti ringraziamenti. Per ciò che riguarda le collezioni ove si trovano gli esemplari, e le notizie intorno alle località e alle formazioni dalle quali provengono, rinvio a quanto è esposto dal Capellini nella prima parte di questa memoria. Se io qui mi limito essenzialmente ai materiali italiani, riservandomi con più opportunità di parlare altrove degli esemplari inglesi, tedeschi e americani, che propriamente avrebbero dovuto essere illustrati insieme ad essi, valga a scusarmi la circostanza che i materiali relativi non erano a mia disposizione nel modo stesso degli italiani. Avrei bensì potuto aspettare, e col tempo avrei potuto ottenere per i miei studii qualche esemplare che oggi mi è inaccessibile; ma poichè il materiale italiano di cui ora dispongo mi permette già di trattare abbastanza a fondo cotesto argomento, così ho creduto di potere prendere per norma il « bis dat qui cito dat ».

Prima di entrare in materia, vorrei aggiungere che, quanto alla nomenclatura, ho preferito di limitare il nome generico *Bennettites* alla sola specie *B. Gibsonianus,* della quale si conoscono le particolarità della fruttificazione; inoltre, poichè si rinunziò alla distinzione di altri generi, questi si trovano tutti riportati alla denominazione generica *Cycadeoidea* di Buckland, felicemente scelta, e che ne mostra il carattere provvisorio. I nomi *Bucklandia, Clathraria, Mantellia,* sono stati impiegati dai varii autori in troppo diversa estensione; *Raumeria* di Goeppert è di data molto posteriore.

Per lo studio della forma esteriore, i tronchi dei musei italiani, come parecchi altri di varie provenienze, si prestano meglio assai del blocco originale del *B. Gibsonianus.* Di essi, pochi soltanto sono quasi completi; la maggior parte rappresentando frammenti, la cui figura di conseguenza è molto diversa, secondochè essi spettano alla parte mediana, alla base o alla sommità. Nel primo caso essi in generale sono cilindrici con frattura trasversale; altrimenti, hanno forma di cupola, e quando è conservata la sommità, per solito vi si nota una fossa irregolare corrispondente all' area di vegetazione distrutta. Questa fossa manca solo di rado: p. e., nel blocco originale della *Cyc. Maraniana* (Tav. III, fig. 4); essa è specialmente rimarchevole nei tronchi dell' isola di Portland, i quali hanno perciò ricevuto il nome volgare di « craw nests » (nidi di corvi). Quando sono spezzati nel senso della lunghezza, ciò che avviene il più delle volte nei tronchi cilindrici, allora il tessuto del vero tronco, sopratutto il midollo e

e l' anello legnoso, suol essere totalmente distrutto oppure assai male conservato, evidentemente in causa della macerazione avvenuta prima che fossero sepolti. In tal caso essi appaiono essenzialmente ridotti alla dura corazza costituita dalle basi fogliari, come ce ne offrono esempio la *Cyc. Masseiana* (Tav. I, fig. 1) la *C. Bianconiana* (Tav. II, fig. 2) e uno dei pezzi della *C. Capelliniana* (Tav. I, fig. 4).

La forma della sezione trasversale negli esemplari interi é molto diversa: può essere circolare, può essere strettamente ellittica, e può presentare tutti i passaggi tra questi due estremi. Da ciò ne segue che la divisione tentata da R. Brown e poscia da Carruthers non vale, poichè, secondo essi, i tronchi per questo carattere sarebbero distinti nei generi *Bennettites* e *Cycadeoidea*. Presentano esatta figura circolare nella sezione trasversale del tronco, p. e., la *Cyc. microphylla* e la *C. macrophylla* Buckl. dell' isola di Portland; a queste segue da vicino la *Cyc. intermedia* Ranz., poi la *C. Pirazzoliana* Scar., la *C. Etrusca* Cap. e Solms, e la *C. Cocchiana* Caruel. Maggiormente compressa é la *C. Capelliniana* Solms; di contorno stupendamente ellittico sono: il *B. Gibsonianus,* la *C. Ferrettiana* Cap. e Solms, la *C. Maraniana* (Tav. II, fig. 3) e la *C. Scarabellii* Menegh. Tutte queste differenze di forma non sono per nulla dovute, come si potrebbe essere inclinati a credere, a deformazione avvenuta durante la fossilizzazione; esse esistevano assai prima, né vi sono da scoprire tracce di subita pressione: in generale, anche l'anello libro-legnoso e il midollo ripetono la forma del contorno del tronco.

Quanto ai rapporti di grandezza, vi erano sicuramente oscillazioni individuali non insignificanti; ma é ugualmente certo che accanto a forme colossali vi sono state anche forme affatto piccole, come avviene per le Cicadee. Le specie più piccole a me note, e caratterizzate come esemplari adulti dalla presenza delle gemme florali, sono la *C. Scarabellii* (Tav. III, fig. 2), e la *C. intermedia* (Tav. III, fig. 5), quest'ultima avendo all'incirca la forma e la grandezza di una mela. Il tronco più colossale che conosco di questo tipo è la *C. Reichenbachiana* del Museo di Dresda, con circa 70 cm. di altezza e con un diametro quasi eguale. Ad esso tengono dietro la *C. Masseiana* Cap. (Tav. I, fig. 1) con 66 cm. di altezza, e la *C. Maraniana* Scarab., (Tav. III, fig. 4) con circa 34 di altezza nel frammento conservato.

Dove la superficie originaria é conservata intatta (come nella *C. Masseiana*, nella *C. Capelliniana*, nelle specie di Portland e nel *B. Saxbyanus*), essa presenta le sezioni trasversali dei fillopodii, disposti a spira, come depressioni foveiformi con contorno obliquamente rombico; gli interstizii, otturati con ramenti petrificati, emergono tra essi formando un reticolato più o meno prominente. Evidentemente ciò deriva dal fatto, che quell'in-

treccio di peli ramentacei era più atto a resistere alla macerazione di quello che lo fosse lo stesso tessuto delle basi fogliari, ricco di mucilaggine o di gomma.

Poiché frattanto il maggior numero di esemplari fu rinvenuto in depositi rimaneggiati, come ciottoli erratici, così la superficie in essi è lisciata, e le sezioni trasversali delle basi fogliari, spesso colorate diversamente e più scure delle masse di peli scariosi, o ramenti degli interstizii, spiccano nettamente tra queste, offrendo un aspetto elegante. Ciò sopratutto si nota nella *C. intermedia*, nell' esemplare principale della *Maraniana* e nella *Scarabellii*. Anche il blocco di *B. Gibsonianus*, da me di recente acquistato in Inghilterra, è conservato in questo modo; e in uno dei suoi lati la corrosione è talmente avanzata, che è scomparsa l'intera corazza formata della basi fogliari.

Per ciò che si riferisce alla figura della sezione trasversale dei picciuoli essa, come fu detto, è obliquamente rombica; e variabile è la differenza di lunghezza delle due diagonali. Questa è grandissima, ad esempio, nella *C. Capelliniana* (3 e 15 mm.), nella *intermedia* (Tav. III, fig. 6) (5 e 15 mm.), nella *Ferrettiana* (5 e 17 mm.), nella *Pirazzoliana* (8 e 23, 6 e 11 mm.) e nella *Veronensis*. I fillopodii somigliano anche qui a squame piane e un po' carenate. Dove la differenza è minore, come nel *B. Gibsonianus* (15 e 25-30 mm.), nel *Saxbyanus*, nella *C. Maraniana* (12 e 20 mm.), nella *Cocchiana* (7-10 e 15-20 mm.) e nella *Scarabellii*, essi appaiono come piramidi quadrangolari. Molto regolari nelle parti della corazza, ove le gemme florali mancano o sono rade, essi, là dove emergono gemme in quantità, vengono deformati per la loro stessa pressione nel modo il più svariato, e possono allora presentare linee di contorno molto irregolari. Sulla superficie di frattura si vedono numerosi fasci vascolari a guisa di tracce puntiformi, formanti un arco aperto solo un poco sul lato superiore, e che si mantiene parallelo al limite esterno dell' intero corpo. Sulla disposizione di questi fasci si dovrà dire più ampiamente in appresso.

Anche la larghezza degli interstizii, che trovansi tra le basi fogliari e che sono pieni della massa di peli ramentacei, è variabile: in generale essa non oltrepassa i 2-4 mm., e così nella *C. intermedia* è di circa 3 mm., nella *Capelliniana* di 2,5 mm., nella *Ferrettiana* di 2 mm., nella *Scarabellii* essa diventa già considerevole, e nella *Maraniana* raggiunge i 10 mm. Ed essa per lo più aumenta, spesso in modo notevole, là ove hanno luogo deformazioni locali nella corazza.

Le gemme florali, esternamente poco visibili negli esemplari intatti ed emergenti soltanto come gibbosità insignificanti, che si riconoscono solo dopo accurato esame dell' oggetto, diventano appariscenti nei blocchi roto-

lati e lisciati (Tav. I, fig. 2, e Tav. III, fig. 3, 4, 5.) In questo caso esse si presentano come giri formati da piccole sezioni trasversali di squame disposte a spira attorno a un centro. Questi verticilli si trovano irregolarmente sparsi tra le squame della corazza. In certi esemplari essi appaiono in quantità straordinaria, p. e. nella *C. Maraniana* (Tav. III, fig. 4) e nella *Etrusca* (Tav. I, fig. 2) nel colossale blocco di Dresda della *Reichenbachiana* (1), e nel pezzo originale del *B. Gibsonianus*. Nell'altro blocco di quest'ultima specie, che è di mia proprietà, essi sono, come già fu accennato, rari e solo visibili sull'orlo di frattura, giacchè esso blocco appartiene alla base del tronco. Nella maggior parte degli altri tronchi si trovano isolati e in scarso numero; in alcuni mancano affatto, p. e. nella *C. Veronensis*, in un pezzo della *Capelliniana*, e negli esemplari della *C. Mantellii* del « British Museum » che Carruthers dapprima riferì al *B. Gibsonianus*, e che io piuttosto indicherei col nome anzidetto. Lo stesso è a dirsi dei varii pezzi della *C. Saxbyana*; e sospetto che il *Clathropodium foratum* Sap. sia parimente un pezzo di Bennettitea mancante degli assi laterali.

A seconda del grado di corrosione sofferta dalla corazza, cambia anche la figura che presentano i giri delle sezioni trasverse delle gemme florali. Se essa fu superficiale, allora furono interessate solo le punte delle squame; se la corrosione fu più profonda, attraverso lo spadice o l'asse che lo sopporta, allora nel mezzo del verticillo, si ha una sezione maggiore circondata da una corona di sezioni trasversali di squame, la quale eventualmente (nel *B. Gibsonianus*) lascia vedere i semi.

Veniamo ora a trattare della struttura interna dei nostri tronchi. Come nelle Cicadee, il mezzo del tronco è occupato dal potente e voluminoso corpo midollare, che si trova conservato come durante la vita. Delle produzioni peridermiche che talvolta vi si presentano si parlerà in appresso. La forma del corpo midollare nella sua sezione trasversa, come fu detto, si avvicina a quella di tutto il tronco; è quindi interamente circolare, o quasi, nella *C. Pirazzoliana*, nella *intermedia*, nella *Cocchiana* e nella *Etrusca*; ovale nella *Capelliniana*; ellittica nella *Maraniana*, nella *Ferrettiana*, nella *Saxbyana*, nella *Peachiana* e nel *B. Gibsonianus*. Nei materiali in discorso, ad eccezione dell'ultima specie, il suo tessuto è il più delle volte bene conservato: esso consta di un parenchima omogeneo a grandi cellule con pareti robuste, che racchiude condotti gommiferi in numero variabile. Qua e là si trovano interi tratti di quel tessuto distrutti dagli insetti e riempiti dai loro escrementi; e ciò sopratutto si nota nei

(1) Goeppert. — Ueber die gegenwärtigen Verhältnisse der Palaeontologie in Schlesien, sowie über fossile Cycadeen. Denkschr. d. schles. Ges. für vaterländ. Cultur (1853). 8 u. 9.

varii tronchi della *C. Capelliniana* e nella *C. Cocchiana*. Mentre nella *C. Maraniana* e nella *Capelliniana* i condotti gommiferi sono piuttosto scarsi nel corpo midollare (nella prima, a causa del loro prevalente andamento longitudinale, emergendo sulla sezione radiale meglio che sulla trasversa), essi abbondano invece nella *C. Pirazzoliana*, nella *intermedia* e nella *Cocchiana*. Le diramazioni orizzontali sono frequenti, ed offrono completamente l'aspetto che ad ognuno è ovvio come proprio delle Cicadee. Per solito vi si presentano masse scure di contenuto, spesso come rivestimento delle pareti; al contrario, non ho mai potuto constatare in alcuna parte, con piena sicurezza, le cellule di secrezione, sebbene, soprattutto nella *C. Pirazzoliana*, la conservazione del tessuto sia buonissima. Nella *C. Ferrettiana,* infine, presso i canali gommiferi molto scarsi e limitati alla periferia, ho trovato il corpo midollare attraversato da cellule isolate, le quali probabilmente sono da riguardarsi come cellule sclerotiche sebbene il loro stato di conservazione non permetta una sicura decisione in proposito. In altra occasione mi sono già occupato del singolare andamento dei fasci vascolari, andamento che le gemme florali delle Cicadee hanno di vantaggio sui rispettivi segmenti vegetativi dei membri simpodiali. Ne apparì che le tracce fogliari, costituite da un solo cordone, discendono negli angoli inferiori delle larghe maglie di una rete di fascetti formante un cilindro cavo, la quale, simile per lo più a quella delle felci colla disposizione a spira delle foglie, è forse più giustamente da paragonarsi alla rete di fascetti che le tracce fogliari formano nel tronco di molte conifere.

Per decidere intorno a questo punto occorrono più profonde ricerche, per le quali al momento mi mancano tempo e opportunità. In tutti i tronchi di Bennettitee che poterono fin qui essere esaminati, si osserva precisamente l'andamento medesimo anche nella regione vegetativa. Ho potuto persuadermene nel modo il più sicuro specialmente nel *B. Gibsonianus,* nella *C. Saxbyana* e nella *C. Pirazzoliana* (Tav. II, fig. 1); nella *C. macrophylla* di Portland per certo non deve avvenire altrimenti, argomentando dalle larghe maglie che attraversano l'incremento secondario, rappresentate da Carruthers (l. c., tav. 63, fig. 1). Altrettanto ho osservato anche in un tronco di Portland, privo in gran parte di corteccia, posseduto dal Museo di Strasburgo. Molto istruttiva per questo processo è una superficie di sezione tangenziale nella metà del blocco di *C. Pirazzoliana* che si conserva a Bologna; e poichè essa non è esattamente parallela alla superficie, ha interessato, in forma di altrettante sezioni trasverse di fascetti, nella parte inferiore del pezzo, i fasci fogliari che già erano entrati nella corteccia. Superiormente essa a poco a poco si addentra vieppiù e va per ultimo a trovarsi nella regione del libro. Ivi si manifesta allora la rete

secondaria; dall'angolo inferiore di ogni maglia sale il cordone fogliare tagliato obliquamente. Nel piano di sezione radiale del medesimo blocco (Tav. II, fig. 1) si vede, in corrispondenza del punto di partenza di ogni traccia fogliare, una breve interruzione dell'incremento secondario, contro la quale va a battere ad arco convesso l'angolo interno della traccia fogliare ripiegata. Questo luogo di interruzione, riempito di parenchima, appartiene alla lacuna della maglia, e quando essa verso l'interno non raggiunge il midollo, questo si troverà soltanto sulla direzione non assolutamente mediana del taglio; giacchè anche nelle deviazioni un poco laterali, quest'ultimo incontrerà, nella profondità del legno, i fascetti che danno luogo alla congiunzione laterale fra la traccia fogliare e i cordoni vicini, i quali si devono allargare continuamente per progressivo ingrossamento. Che la cosa sia proprio così, viene anche confermato dalle proprietà della sezione trasversa dell'anello legnoso, che in tutti i tronchi di Bennettitee trovo costituito nella stessa maniera; di esso mi stanno a disposizione i più bei preparati della *C. Capelliniana,* nella quantità necessaria allo scopo (Tav. V, fig. 1). Si confrontino del resto le figure molto fedeli al vero che Carruthers ha dato per la *C. Saxbyana* (l. c., tav. 57) e per il *B. Gibsonianus* (Tav. 58). Le maglie vi appaiono come striscie radiali di parenchima che spartiscono l'anello dell'incremento secondario in tanti segmenti numerosi, di larghezza alquanto diseguale; ciò però soltanto là dove essi sono incontrati, un poco al disopra della metà della loro altezza totale. Davanti alle striscie di parenchima che vanno sino al midollo si trova immediatamente la sezione trasversa del cordone fogliare. Nel caso di un taglio trasversale un poco più profondo, questo si spinge sempre più entro l'anello, dimodochè per ultimo, soltanto un'ansa prominente del midollo indica il punto ove esso è da cercarsi. Se invece la maglia è incontrata superiormente, allora dinanzi alla traccia fogliare spinta verso l'esterno, si vedono i due segmenti dell'anello chiudersi di nuovo l'uno contro l'altro, ciò che dapprima ha luogo nel limite del cambio, mentre dal midollo e dalla corteccia seni riempiti di parenchima penetrano rispettivamente verso l'esterno e verso l'interno. Questa riunione, che si effettua solo nel cambio, si spiega col fatto che nel progressivo ingrossamento dell'anello i segmenti fascicolari del medesimo si allargano, con ciò infine scorrendo insieme e varcando poco a poco sempre più il limite superiore rimpicciolito della maglia. La lacuna della maglia, nel caso che l'accrescimento avesse sufficiente intensità e durata, diverrebbe evidentemente sempre più piccola, e per ultimo scomparirebbe quasi del tutto.

Il blocco di *B. Gibsonianus* acquistato recentemente a Wight mi ha offerto un bel preparato che illustra i rapporti sopra descritti. Per il ro-

tolare contro la scogliera, sopra uno dei suoi lati la corazza mancava interamente, e la corteccia era ridotta ad uno strato sottile. Giacendo in giardino sopra un mucchio di sassi, il blocco era esposto alle intemperie, che ne danneggiarono le sue parti periferiche. In seguito a ciò, nel trasporto, un pezzo del sottile strato di corteccia saltò via; e siccome la cavità giunse al limite dell' incremento secondario, così la superficie esteriore di questo rimase scoperta. La traccia fogliare che ne esce si riconosce sempre in forma di un cercine lineare, crescente verso l' alto in robustezza, e che s' interrompe ad un tratto.

In tutte le Bennettitee l' ingrossarsi dell' incremento secondario si continua dall' anello libro-legnoso sul cordone fogliare che ne esce, e rimane ancora abbastanza robusto nella sua parte più bassa; perciò la traccia fogliare vi é provvista di abbondante formazione secondaria. Ma poi l' intensità dell' incremento rapidamente si riduce a una proporzione minima, che si conserva per tutta la base della foglia sino alla superficie di distacco.

Le sezioni trasversali dei cordoni fogliari in tutte le Bennettitee si trovano in gran numero nel parenchima della corteccia, in corrispondenza della posizione compressa delle foglie. Nell' interno della corteccia, ove vengono incontrati nella loro porzione basale più sviluppata, essi cordoni hanno forma di ferro di cavallo; presso l' uscita dall' anello legnoso, gli estremi del ferro di cavallo si connettono col legno vicino e colle masse del libro; una volta sciolti, si piegano più fortemente l' uno verso l' altro in modo che la sezione trasversa della traccia fogliare può anzi apparire talvolta chiusa e circolare. La regolare disposizione in serie degli elementi del libro dà allora a quelle sezioni l' aspetto di piccoli soli raggianti d' ogni parte. Per mettere in chiaro i cangiamenti di contorno ai quali il cordone fogliare va soggetto nel suo corso ulteriore per la corteccia, e per vedere se e in qual grado esso in questa si ramifica, sarebbe stato necessario di poter disporre di un materiale più copioso; ma ciò, per una questione così poco importante, mi parve tanto meno conveniente, inquantoché per un tronco della *C. Saxbyana* d' Inghilterra si trovano già in Carruthers i dati necessarii (l. c., tav. 57, fig. 3). Ho esaminato ripetutamente l' esemplare del British Museum: esso si trova nella Sezione geologica, e alcuni pezzi se ne conservano nella Sezione botanica. Sfortunatamente Carruthers non l' ha figurato per intero. È un ciottolo rotolato, di una logorazione così irregolare della superficie, che in varii punti i tagli trasversali delle tracce fogliari si vedono interessarle nei luoghi più diversi del loro corso. Vedesi la semplice forma a ferro di cavallo (Carruthers, fig. 6) passare a quella ristretta della figura 7; nei punti di restringimento poi si verifica una spartizione in tre larghi fascetti, ciascuno dei quali va soggetto a ulteriori divisioni. Ciò si vede distintamente anche nella sezione trasversa della

C. Saxbyana data da Carruthers (Tav. 57, fig. 3), in uno dei fascetti situati sul lato destro; anche qui, dunque, la diramazione ha principiato il suo corso complessivo nel taglio della corteccia.

In tutte le particolarità della struttura dell' incremento secondario, le Bennettitee corrispondono colle Cicadee. I varii segmenti della zona d' incremento mostrano nella sezione trasversa la linea di cambio, più o meno chiara secondo il modo di conservazione. Legno e libro sono formati da numerosi fascetti distinti, situati l' uno accanto all' altro, costituiti solo da pochi elementi, i quali vengono divisi, nel modo conosciuto, da raggi parenchimatosi (Tav. V, fig. 6). Esattamente come nelle Cicadee, manca affatto il setto midollare, inquantochè gli elementi primitivi furono distrutti precocemente e allontanati gli uni dagli altri per l' ampliamento tangenziale dei raggi, che sono molto abbondanti al limite midollare. Con ciò è in rapporto nei due gruppi l' aspetto singolare del lato interno del legno, i cui fascetti, divergendo in forma quasi di pennello, sembrano irradiarsi entro la sostanza midollare parenchimatosa (Tav. V, fig. 1). Anche i cordoni fogliari che attraversano la corteccia mostrano precisamente la struttura medesima, per quanto almeno essi presentano simile intensità dell' incremento in grossezza. Tagli tangenziali lasciano vedere ovunque i numerosi raggi midollari multiseriati, tra i quali si intrecciano i sottili fascetti tracheali. L' altezza di questi raggi è variabile, e in parecchi di essi abbastanza considerevole. La *C. Cocchiana* specialmente mi ha offerto a questo riguardo belle preparazioni (Tav. V, fig. 5). Dovunque io potei esaminare sezioni radiali, il parenchima dei raggi si mostrò costituito dalle note cellule a forma di mattone, (*Backsteinzellen*) le quali di frequente possono divenire brevi e quasi quadrate in seguito a locali abbondanti divisioni tangenziali: questo, p. e., nella *C. Cocchiana*, nella *Capelliniana* e nella *Etrusca*. I grandi tratti d' interruzione dell' anello legnoso, per i quali escono i fascetti fogliari, sono invece riempiti di masse parenchimatose svariatamente conformate. Nella *C. Capelliniana* e nella *Etrusca*, il cui legno è sopratutto magnificamente conservato, si riscontrano sulle pareti radiali delle cellule dei raggi midollari parecchi larghi pori di contorno arrotondato e in forma di fessura. Le trachee del legno, in tutti quei casi che permettono un sicuro giudizio, si mostrano provviste di punteggiature aggruppate, proprie esclusivamente delle pareti radiali: nella *C. Cocchiana* le trovo ovali, in più serie, e quasi toccantisi tra loro; sui tagli tangenziali se ne possono vedere nel miglior modo i gruppi sezionati trasversalmente. In modo simile si comporta la *C. Capelliniana*. È qui pure da ricordare una punteggiatura uniseriata, molto allargata, ellittica, quale si riscontra esclusivamente nella *C. Etrusca*. Infine nella *C. Ferrettiana*, si trova che immediatamente vicine appaiono delle trachee con due serie di punteggiature

circolari, che non si toccano a vicenda. Io non oso decidere se nelle Bennettitee si trovino trachee reticolate, come ne conosciamo per i generi di Cicadee *Zamia* e *Stangeria,* perché nei casi in questione lo stato di conservazione lascia qualche incertezza. Ciò è sopratutto possibile nel *B. Gibsonianus,* i cui elementi legnosi sono indicati da fessure fitte, strette e decorrenti da un margine all' altro; potrebbero quindi essere trachee scalariformi o reticolate.

Quel che si verifica pel legno, si trova anche nel libro; solamente che in questo, tra i raggi s' intrecciano dei fascetti che contengono vasi cribrosi. Nella *C. Capelliniana,* ove essi sono meglio conservati, si osserva che le serie radiali di queste striscie del libro constano di elementi variabili a pareti spesse o sottili. I primi potrebbero essere fibre, sebbene io non voglia, per buone ragioni, esprimermi con tutta sicurezza; gli ultimi sono, senza dubbio alcuno, vasi cribrosi, conformati in modo identico a quello delle Cicadee, con areole circolari, sparse sulle pareti radiali (Tav. V., fig. 3). Come è noto, Bertrand e Renault (1) hanno constatato simili elementi allo stato fossile per il genere *Poroxylon.* Di queste areole credo di avere trovato indizii in altre specie, come locali rigonfiamenti delle pareti longitudinali, nella *C. intermedia* e sopratutto nella sezione tangenziale della *C. Cocchiana.* Non si può asserire con certezza, a motivo dello stato di conservazione, se il libro secondario mostri in tutte le forme la stessa regolare struttura come nella *C. Capelliniana.*

Per condurre a termine la descrizione della parte vegetativa dellè Bennettitee, dobbiamo considerare ancora le basi fogliari che costituiscono la corazza. Le foglie e le radici sono sottratte sfortunatamente alla nostra conoscenza. Le basi fogliari sono formate nella loro massa principale da parenchima a pareti robuste, nel quale stanno disseminati grandi depositi gommosi; esse sono rivestite dalla sottile epidermide che porta i ramenti, e contengono un gran numero di fasci vascolari, i quali, molto numerosi nell' articolazione del peduncolo e sensibilmente piccoli, in sezioni più profonde condotte verso il punto di origine diminuiscono successivamente in numero e crescono al contrario in larghezza. Ciò si spiega facilmente per la ripetuta scissione dei larghi cordoni che entrano nella base fogliare. Sulla sezione trasversa i fascetti sono divisi in modo da formare una linea arcuata parallela quasi al contorno, la quale superiormente presenta una lacuna, verso cui le due gambe s' interrompono oppure si curvano un poco all' indentro in forma di uncino (Tav. III., fig. 6); in relazione con ciò le rispettive parti del libro vanno le une verso le altre. Simili linee dei fasci vascolari, però d' ordinario di altra forma più complicata,

(1) Bertrand et Renault. — Recherches sur les Poroxylons. Archives du Nord 1889 p. 291.

si trovano, com' è noto, anche nella sezione trasversale dei picciuoli e delle nervature nelle foglie di Cicadee. I fascetti per solito sono fortemente aggomitolati, come masse di tessuto relativamente delicate, situate nel mezzo del robusto parenchima; i loro elementi sono sconvolti, e perciò poco adatti per una ricerca esatta, anche negli esemplari benissimo conservati, come quelli della *C. Capelliniana.* Ma ci sono sempre delle eccezioni; così essi, tra il materiale che mi sta innanzi, nella *C. Ferrettiana* e nel *B. Gibsonianus* non lasciano che poco a desiderare. A queste due forme si riferisce quanto segue; le altre specie, per quanto poterono essere confrontate, non mostrarono differenze notevoli.

Il fascetto è di contorno molto irregolare: la sua linea di cambio, che emerge come una linea chiara che divide il libro e il legno, appare piegata ad arco nelle sezioni più grandi dei fascetti. La parte legnosa è formata da un gruppo di elementi disordinati, di largo calibro, ai quali si attaccava verso l' esterno un incremento generato dal cambio, costituito da trachee rettangolari, in serie, e da raggi midollari che stanno frammezzo. Nei fascetti delle basi fogliari di Cicadee recenti, estratti per confronto, soltanto nell' *Encephalartos* trovai qualche cosa di simile, ma però non formato in massa così pronunciata. Nelle *Zamia* e nelle *Ceratozamia* nulla di ciò si osserva. Anche il libro presenta, in prossimità della linea di cambio, degli elementi in serie, i quali in parte possono essere a pareti delicate, cioè dei vasi cribrosi, e in parte fibre a pareti robuste. Segue poscia verso l' esterno un gruppo di elementi a grosse pareti e di calibro abbastanza largo, che circonda a mo' di arco l' intera parte librosa. Nel loro lato interno deve cercarsi il *Protophloema.*

Mi parve assai desiderabile, com' è naturale, di stabilire se nelle Bennettitee, allo stesso modo delle Cicadee, si trovi l' anomalia dei fascetti vascolari diploili. Ma sfortunatamente ciò mi fu impossibile, poichè in nessun caso mi riesci, colla sicurezza che si richiede, di mettere in evidenza il cordone iniziale della parte legnosa di un fascetto fogliare di Bennettitea, nella sua circoscrizione. Se ciò fosse stato possibile, la questione si sarebbe certamente risoluta, giacchè io, mediante l' esame di Cicadee viventi, mi sono persuaso che questa struttura anormale dei fascetti raggiunge in basso il termine superiore della base fogliare, e che in questa è situata interamente la zona di passaggio. Così avviene, ad esempio, negli *Encephalartos* e nelle *Ceratozamia.* Certamente bisogna esaminare le basi fogliari di piante vecchie, poichè negli individui giovani la zona di passaggio diventa straordinariamente corta, e negli esemplari di tre o quattro anni della *Ceratozamia mexicana,* proprio nel punto di passaggio situato nella base fogliare, essa oltrepassa appena la lunghezza di un millimetro.

È rimarchevole che l'epidermide della base fogliare é quasi sempre oltremodo mal conservata: nel luogo ove essa dovrebbe stare, trovasi in generale una fessura riempita di una massa di roccia senza colore e senza struttura, nella quale soltanto dei frammenti di carbone rappresentano l'ultimo residuo del tessuto che si ricerca. Che il medesimo debba ricercarsi qui e non piuttosto nella periferia del tessuto conservato, ove in generale stanno i peridermi, risulta già dall' aggruppamento dei ramenti, che ha luogo senza dubbio all' esterno di questa fessura incolore. Si vedono le sezioni trasverse delle cellule basali allargate dei ramenti, ma nulla più si osserva degli elementi dell' epidermide di cui essi pure dovettero esser forniti. Solamente in alcune preparazioni del blocco originale del *B. Gibsonianus* ho potuto riscontrare l' epidermide in qualche modo conservata: la sua sezione trasversale offre poco di caratteristico, come avviene anche nelle Cicadee. Le cellule sono piccole e poco appariscenti, e provviste di parete esteriore moderatamente ingrossata. Si é ben lontani dall' avere tutte le cellule epidermiche interessate alla produzione dei ramenti: questi sono inseriti a molto più notevoli distanze gli uni dagli altri.

A ciò che io a suo tempo (l. p. c.) ho detto intorno a questi ramenti, oggi posso ancora aggiungere appena qualche cosa. Sono larghi, di forma piatta e di contorno che non si può determinare. Essi sono spinti gli uni tra gli altri, piegati, intrecciati a feltro, e constano di cellule uniformi, robuste e allungate. Come dimostra la loro sezione trasversa, sono di larghezza variabile: la sezione stessa dimostra anche che nella maggior parte delle specie sono formati soltanto di uno strato di cellule. In alcune forme però si trovano vicini e in mezzo a quelli a uno strato solo, anche altri a due strati; e, nella parte mediana della sezione trasversa che ha forma di ventre di pesce, possono diventare anche a tre strati. Così avviene nella *C. Maraniana* e nel *B. Gibsonianus*, per la quale ultima specie vogliasi confrontare la bella figura di Carruthers (tav. 60, fig. 2). I ramenti sembrano essere inseriti in direzione obliqua, poiché il loro aggruppamento, tanto nella sezione trasversa quanto nella radiale, apparisce soltanto come imagine di taglio longitudinale. E fra i punti d' inserzione stanno sempre altre numerose sezioni, le quali non sono in alcun modo collegate coll' epidermide; sono quindi condotte probabilmente attraverso agli orli allargati dei ramenti. Si riconosce l'aggruppamento di questi bene e chiaramente in modo speciale nelle sezioni longitudinali delle basi fogliari della *C. Capelliniana* e della *Ferrettiana*.

In altra circostanza (l. p. c.) ho richiamata l' attenzione sull' allargamento delle formazioni peridermiche delle Cicadee, e ivi ho accennato che le stesse si trovano in quantità abbondante anche nel gruppo delle Bennettitee. Posso aggiungere che i peridermi dei due gruppi si somigliano

assolutamente, e che essi formano sottili strati composti esclusivamente delle solite cellule, seriate, a pareti sottili, e tabulari. Il modo di sviluppo dei peridermi non é ancora esaminato in dettaglio per le Cicadee; per le Bennettitee ci sarà a questo riguardo appena qualcosa da guadagnare. Anche i luoghi, ove tali peridermi si sviluppano, corrispondono essenzialmente nei due gruppi. Essi si presentano il più delle volte in prima linea nei fillopodii, in posizione subepidermica; e così, ad esempio, si osservano in bella conservazione nella *C. Cocchiana*, nella *Ferrettiana*, nella *Etrusca*, nella *intermedia*, nella *Capelliniana* e nel *B. Gibsonianus*. Non di rado, per mezzo di un intaglio diretto a interessare il tessuto sottostante, vengono sezionate porzioni di parenchima insieme all'epidermide, come fu osservato nella *C. Capelliniana* alla superficie della base fogliare, e come d' altronde frequentemente appare all' angolo marginale, separando dal corpo delle squame il loro orlo conformato ad ala. Belle prove di ciò mi porsero la *C. Etrusca*, la *Capelliniana* e l' *intermedia*. Come nelle Cicadee, sarà ulteriormente sviluppato uno strato peridermico obliquo nel tessuto, sotto la superficie di distacco del peduncolo fogliare, strato che certamente cade di rado sotto l' osservazione, poiché le parti esterne della corazza sono in generale asportate dalla corrosione. Io però ho osservato questo modo di procedere nel blocco di *B. Gibsonianus* di Leeson, in un paio di basi fogliari tagliate longitudinalmente; più tardi ho potuto constatare lo stesso fatto anche in una delle mie sezioni trasversali di *C. Capelliniana*, sulla quale uno dei fillopodii era incontrato in direzione obliqua. Nel *B. Gibsonianus* anzi era apparsa una formazione di ritidoma come negli *Encephalartos*, in seguito al costituirsi di parecchi simili peridermi, paralleli e successivi. Le squame fogliari mostravano una potenza veramente considerevole.

Che il tronco delle Cicadee sia capace di proteggersi contro locale malattia e putrefazione, mediante formazione peridermica nell' interno del suo tessuto, lo dimostra l' esemplare di *Stangeria paradoxa*, già da me descritto (l. c.). Non può recare meraviglia che le Bennettitee spesso mostrino un processo somigliante, se si consideri come esse ancora allo stato vivente dovettero essere strappate e trasportate prima di giungere al luogo ove definitivamente si depositarono e fossilizzarono. In prima linea, qui come nella *Stangeria*, é naturalmente il midollo la sede dello sviluppo secondario; nel tronco della *C. Cocchiana*, come ivi, esiste precisamente un tale strato midollare chiuso in un circolo centrale; vi appare come una linea giallo-scura, e fu descritto convenientemente da Caruel (1), benché non riconosciuto come tale (Tav. V, fig. 2).

---

(1) T. Caruel. — Osservazioni sul genere di Cicadacee fossili *Raumeria* e descrizione di una specie nuova. Boll. Com. Geol. Italia, 1870 (n. 7, 8), pag. 181 seg.

Che questa formazione peridermica sia di figura cilindrica, irregolare, chiusa, e corra a traverso della intera lunghezza del pezzo di tronco, potè essere accertato soltanto allorchè mi fu reso possibile, per la squisita gentilezza del prof. D'Ancona, di levare un segmento dal lato opposto, ancora intatto, del blocco. Il diametro trasversale del cilindro qui si offrì molto maggiore di quanto Caruel lo aveva trovato all' altra estremità; il parenchima midollare che là appariva ancora sano, si mostrò qui nel mezzo evidentemente morto e in parte distrutto; alla periferia del periderma originario stavano alcuni peridermi secondarii, successivi, arcuati, apposti ai due lati di esso, i quali avevano aggiunto, come piccole schegge di scorza, dei segmenti midollari al corpo di ritidoma originario che abbracciava il centro midollare. In modo simile, trovai nella sezione longitudinale del tronco di *B. Gibsonianus* di Leeson, nella sua parte inferiore, una porzione di midollo in forma di calotta, divisa da un periderma. E sull' apice della convessità superiore della scheggia di scorza midollare basale così derivata, si trovò una scheggia di simile natura, più piccola, similmente conformata e limitata da una seconda linea.

Un numero maggiore di isole, di contorno irregolare, circondate da linee acutamente delineate, si riscontra nel midollo della sezione trasversa del *Bennettites Peachianus,* di cui Carruthers ha dato la figura (Tavola 62 fig. 2). Disgraziatamente si è trascurato di preparare sezioni sottili di questo blocco, e colla lente non si può a questo riguardo ottenere risultati positivi nell' originale che si conserva al British Museum (bot. Dpt.). Ciononostante non ho il minimo dubbio che anche qui si tratti di peridermi che circondano le parti morte del tessuto. Se io dapprima ero inclinato (1) a designarli come anelli legnosi, mi basava sopra una interpretazione erronea degli anelli stellati interni delle Medullosee. A quel tempo i rapporti della famiglia in discorso colle Cicadee parevano molto più stretti di quello che ora è dimostrato. In un pezzo della *C. Mantellii* Solms (*B. Gibsonianus* e *Saxbyanus* Carr. in parte) di Brook Point nell' isola di Wight, del quale io potei esaminare un piccolo frammento del British Museum (geol. Dpt.), trovai nel midollo innumerevoli piccoli anelli peridermici, nel cui centro appariva sempre un condotto gommifero.

La *C. Ferrettiana* e la *Capelliniana* offrono però una più abbondante formazione di ritidoma nell' interno del tronco (sit venia verbo). La sezione trasversale del midollo della prima presenta una quantità di linee irregolari, gobbe, disposte ad angoli acuti le une rispetto alle altre, le quali tutte si mostrano come peridermi, ma apparentemente traversano e circondano un tessuto sano. Un eguale periderma attraversa anche lo strato libroso secondario, e sta in connessione con quelli del midollo mediante i larghi fasci midollari. Non mancano neanche nella corteccia primitiva.

Un ordinamento simile, ma meno ricco, è offerto dalla *C. Capelliniana* (Tav. V, figura 1 a).

Fra tutti i numerosi esemplari che hanno conservata la struttura avendo l' aspetto di tronchi di Cicadee, uno solo è conosciuto, il quale non per tutti i caratteri corrisponde con quelli delle Bennettitee. Sfortunatamente esso è un frammento molto insufficiente, comprende solo squame della corazza, e lascia assai a desiderare per la sua conservazione. Fu trovato presso Imola, ed io ho potuto esaminarlo per gentilezza del senatore Scarabelli. Purtroppo mancano midollo e corpo legnoso, e il pezzo, che ha la grandezza di un pugno, consta soltanto di un gruppo di basi fogliari, tra le quali sono visibili tre giri di gemme florali. Non ho esaminato queste ultime più particolarmente, perchè il modo di conservazione lasciava poco sperare, e perchè si avrebbe dovuto tagliare tutto il pezzo. I preparati di sezioni, levati dalla superficie della corazza normalmente alle gemme florali, contengono soltanto le sezioni trasverse delle basi fogliari, e per lo stato di conservazione lasciano riconoscere poco più della loro forma. Qua e là, in alcune squame un poco meglio preservate, si possono vedere i peridermi subepidermici, che tagliano, attraversandoli, gli angoli alati delle due parti del tessuto. Non si possono riscontrare da alcuna parte con evidenza fascetti vascolari. Se io faccio menzione particolare del pezzo, e lo designo col nome di *Cycadea Imolensis* Cap. e Solms; ciò avviene unicamente per il fatto che esso negli interstizii delle basi fogliari non racchiude i ramenti caratteristici dei *Bennettites* e delle *Cycadeoidea,* ma bensì un feltro di peli unicellulari, strettamente serrati, e serpeggianti, alla guisa delle Cicadee. A motivo di questo ravvicinamento alle Cicadee ho scelto il nome *Cycadea.* Rimane a sperare che col tempo otterremo altri esemplari completi di questo fossile interessante.

Appena veduti i magnifici grandi blocchi della *C. Etrusca* e della *Maraniana,* concepii la speranza di potere riscontrare nelle medesime, oltre le fruttificazioni come nel *B. Gibsonianus,* anche le rispettive inflorescenze delle Bennettitee. L' esemplare corroso di *C. intermedia* non venne in questione, poichè esso poteva contenere soltanto gli internodi basali portanti squame. E allorchè i primi tagli dei tronchi in discorso mostrarono di fatto i desiderati germogli della fruttificazione, la mia gioia fu grande, come si capisce. Pur troppo questa venne assai presto turbata esaminando le sezioni sottili ottenute: gli spadici esistevano, ma così mal conservati, che non fu in alcun modo possibile stabilire con sicurezza il loro sesso. Quel poco che si potè poi ricavare dal loro esame, non scevro da dubbi di ogni specie, non ha per sè grande importanza, e avrà bisogno di con-

---

(1) H. Graf. zu Solms Laubach. — Einleitung in die Palaeophytologie. 1887. Pag. 100.

ferma e di rispettiva rettifica, e di essere esteso mediante fortunate scoperte, che io credo non saranno per mancare. Nondimeno ritengo opportuno di non ritardare per questo la pubblicazione.

Il migliore preparato che si è ottenuto è quello rappresentato dalla fig. 1, Tav. IV. È l' esatta sezione longitudinale mediana di una infiorescenza della *C. Etrusca.* Nel primo taglio trasversale del blocco, eseguito a Firenze nella R. Manifattura per lavori in pietra dura, questa sezione mediana si era ottenuta per un caso fortunato; può vedersi sulla superficie levigata dell' esemplare, nel Museo di Bologna.

Coll' altra metà del medesimo blocco ho fatto eseguire una sezione sottile, che è riprodotta nella figura citata. Si vede che la gemma aveva un asse grosso e carnoso, provvisto di foglioline squamiformi. Il tessuto di quest' asse è completamente distrutto; delle sue foglie sono conservate soltanto le masse dense dei ramenti, tra le quali emergono come striscie senza struttura le sezioni longitudinali delle squame fogliari. L' asse, riducendosi in piccolo, termina con uno spadice ovoidale, alcun poco appuntito, avente un centimetro di lunghezza e 7 mm. di massima larghezza, la cui sostanza carnosa è stata pure distrutta. Sopra questo spadice trovasi un piccolo spazio, pieno di ogni sorta di frammenti, di cui si tratterà in seguito; più oltre poi le foglie si serrano strettamente e lateralmente insieme colla loro pelliccia di ramenti, formando una massa compatta di grossezza considerevole, nella quale s' incontrano, come lacune, le sezioni trasversali oblique dei varii membri, condotte irregolarmente. Non esiste comunicazione tra lo spazio situato sopra la punta dello spadice e l' esterno; tale comunicazione, si avrebbe dovuto trovarla in altre gemme florali dello stesso esemplare, di cui furono eseguiti successivi tagli trasversali. La intera superficie dello spadice è rivestita di uno strato grosso poco più di un millimetro, il quale si compone di numerose produzioni parallele, disposte perpendicolarmente. Queste emergono come peduncoli cilindrici che non si toccano, ma che però superiormente si spartiscono a ciuffo e formano toccandosi qui l' un l' altro una superficie continua. La sezione trasversale di queste produzioni mi lasciò riconoscere qua e là le tracce di un tessuto tracheale. Del resto sono troppo mal conservate. In ogni caso è certo che in esse abbiamo degli organi sessuali, che, serrati insieme in uno strato compatto, coprono la superficie del cuscino a spadice che termina la gemma. Ciò è confermato anche dallo studio delle sezioni trasversali dello spadice stesso, e sopratutto di quelle che sono condotte attraverso la sua estremità, nelle quali, cioè, si riesce a vedere i resti anzidetti in sezione trasversa obliqua. La figura di una tale sezione (Tav. V, fig. 4) lascia scorgere nel mezzo, tagliata tangenzialmente e obliquamente, la estremità stessa dello spadice fornita di alcuni pe-

duncoli che irradiano da essa, intorno allo strato esteriore chiuso. Si osservano in essa le sezioni di numerose produzioni libere, circolari, che riempiono di colore bruno scuro le lacune di una maglia continua. Esse offrono uno strato esterno a parete robusta; nell' interno vi sono resti assai alterati di un tessuto a pareti deboli. Riferendoci alla struttura delle infruttescenze di *Bennettites*, saremmo tentati a riguardare le sezioni circolari come spettanti agli organi femminili, i loro peduncoli come funicoli o peduncoli seminali, la maglia che le avvolge come strato esteriore dello spadice, omogeneo, composto di produzioni interstiziali cresciute sulla estremità, e nel quale sono incavate le fossette seminali. Nel caso che queste combinazioni si avverassero, l' intero strato fiorifero dovrebbe crescere vigorosamente sino alla maturità, quando lo si confronti colla massa dei funicoli, colle produzioni interstiziali e coi semi, che si trovano nel cuscino terminale della infruttescenza del *B. Gibsonianus*.

Nel piccolo spazio situato fra l' estremità dello spadice e le punte delle squame fogliari, e del quale già fu fatta menzione, si osservarono altresì due porzioni di tessuto che devono per un momento occupare la nostra attenzione. Sono due lembi irregolarmente limitati, di forma allungata, coriacei, costituiti di cellule allungate, sulle quali stanno innumerevoli corpicciuoli di figura singolare, messi là confusamente e in tutte le direzioni (Tav. IV, fig. 1, presso *a*). Ognuno di essi osservato grossolanamente (Tav. V, fig. 7, 8,) appare come un paio di aghi, posti l' uno accanto all' altro, appuntiti ai due estremi, di colore bruno, i quali si toccano per l' una od anche per ambedue le estremità. Uno studio più accurato mostra però che essi sono collegati tra loro mediante una striscia membranosa, sottile, di colore bruno-giallo-chiaro, dimodochè somigliano a navicelle, i cui orli laterali rialzati devono naturalmente apparire come due striscie scure. Dopochè vidi che alcune di queste navicelle erano qua e là congiunte anche ai resti degli organi sessuali sopra descritti (Tav. V, fig. 7, 8,), acquistai da ultimo la persuasione che in essi abbiamo a che fare con granuli pollinici di contorno ovale allungato. E nella stessa preparazione ho trovato una cellula, ovoidale, ottusa, a pareti sottili, isolata, la quale, stando all' apparenza, dev' essere pure uno di tali grani pollinici, soltanto meglio conservato.

Se questa mia interpretazione delle dette cellule come polline è giusta (e ognuno potrà giudicare il grado della sua probabilità nel preparato originale che si conserva a Bologna), allora essa conduce altresì a notevoli conseguenze; e cioè, che pare impossibile che, col serrarsi strettamente insieme delle squame fogliari sullo spadice, e collo stringersi di quest' ultimo tra le basi fogliari della corazza, frammenti di antere abbiano potuto penetrare dall' esterno in quella cavità. In questo caso ci si vede costretti ad ammet-

tere che tali antere siano cresciute in posto. Noi vediamo ciascun peduncolo fiorifero essere ramificato a ciuffo, e i rami essere collegati per intero alla corteccia esterna; ebbene, non potrebbero questi avere portate le antere alle loro estremità? Se i fiori dello spadice erano maschi o ermafroditi o unisessuali e ammassati gli uni cogli altri, resterà perciò impregiudicato; soltanto si dovrà ammettere una continuazione di sviluppo proterandrico dell' insieme. E se lo spadice fruttifero del *B. Gibsonianus* in condizione precedente era forse provvisto di tali antere, queste avrebbero dovuto essere fissate sulle areole della sua superficie esterna; i membri intermedii del ciuffo fusi collo strato corticale rappresenterebbero allora i filamenti.

Scarabelli aveva fatto sezionare secondo la lunghezza e in direzione del diametro maggiore midollare, il grande blocco dapprima trovato della *C. Maraniana*. Anche qui dal taglio fu incontrata nel mezzo una infiorescenza: si rinunciò all' esame microscopico di essa, in parte perchè prometteva poco, e in parte per risparmiare l' esemplare. I rapporti di forma del germoglio e dello spadice sono assolutamente come nella *C. Etrusca*. La superficie dello spadice è coperta di uno strato sottile, che osservato colla lente appare come formato da tanti bastoncini prismatici, esigui, posti gli uni accanto agli altri. Il peduncolo d' infiorescenza è vuoto e tapezzato di cristalli.

Un altro germoglio a spadice del medesimo esemplare, che trovavasi abbastanza vicino all' orlo di frattura inferiore e potè così essere staccato col martello, diede un gran numero di sottili preparazioni microscopiche. Qui la sostanza era conservata, per certo soltanto in stato di marcescenza avanzata. Lo strato fiorifero, manifestamente di struttura affatto simile a quello della *C. Etrusca*, era però preservato anche meno di esso. Anche l' esemplare della *C. Cocchiana*, fu sepolto all' epoca della fioritura dei suoi spadici. Io potei esaminarne la sezione trasversale di una sola infiorescenza, che si mostrò schiacciata e divisa in due: lo strato di fioritura periferico, mal conservato, lasciò scorgere rapporti simili a quelli della *C. Etrusca* e della *Maraniana*. E da ultimo devo ancora far menzione della sezione longitudinale di spadice, indicato in vicinanza della base dal disegno di Nannini della *C. Scarabellii* (cfr. Tav. III, fig. 3, in *a*), conservato solo nella metà che trovasi nel Museo di Pisa, e perduto disgraziatamente in quella del Museo d' Imola per rottura dell' angolo in questione. Nello stato però in cui si trova questo esemplare, non è da pensare che la sua struttura sia conservata.

Per finire, possono qui aver luogo le brevi diagnosi delle diverse specie trovate finora in Italia.

1. *Cycadeoidea Maraniana,* Scarabelli (in sched.).

Tav. III, fig. 4; Tav. II, fig. 3.

Tronchi di dimensioni colossali (m. 0,38 di altezza). Figura della sezione trasversale, ellittica (diametro maggiore m. 0,38; minore m. 0,225), con corpo midollare fortemente compresso, povero di canali gommiferi. Interstizii tra le squame della corazza di larghezza straordinaria (10 mm.). Queste sporgono orizzontalmente, sono rombiche, poco compresse nella direzione della lunghezza (larghe m. 0,020, alte m. 0,012). Ramenti oltremodo numerosi, stretti e per la maggior parte in più strati. Germogli florali sprofondati, con cuscino terminale piriforme. Non si conosce esattamente il decorso dei fascetti nella corteccia. Incremento secondario abbastanza potente, nella parte legnosa largo soltanto circa 5 mm., con numerose fibre nel libro.

Se ne conoscono due blocchi conservati nei Musei d'Imola e di Bologna. L'uno proviene dai ciottoli del torrente Correcchio l'altro fu trovato presso Castel S. Pietro. Entrambi sono di colore bruno chiaro, di natura granulare-cristallina, e abbastanza mediocremente conservati. L'uno presenta la estremità del tronco ben conservata, conformata a cupola; l'altro è soltanto un pezzo della corazza, rotto superiormente e inferiormente.

2. *Cycadeoidea Etrusca,* Capellini e Solms.

Tav. I, fig. 2; Tav. IV, fig. 1; Tav. V, fig. 4, 7, 8.

Tronco di dimensioni colossali, alto m. 0,210. Sezione trasversale, ovale (diametro maggiore m. 0,355; minore m. 0,260), con corpo midollare quasi circolare, povero di condotti gommiferi. Interstizii tra le squame della corazza di larghezza straordinaria (10 mm.). Queste, sporgenti orizzontalmente, rombiche, poco compresse nella direzione della lunghezza, con numerosi depositi gommosi. Linea dei fasci vascolari della sezione trasversale con gambe profondamente ricurve verso l'interno. Ramenti oltremodo numerosi, stretti, in generale di un solo strato. Germogli florali sprofondati, con cuscino terminale piriforme. Decorso di fascetti fogliari nella corteccia non evidente. Incremento secondario, in confronto della grossezza del blocco, estremamente debole (largo in totale circa 2 mm.).

Un solo blocco del Museo di Bologna, proveniente dalla necropoli etrusca di Marzabotto; ben conservato, assai compatto e omogeneo, di colore nero d'inchiostro. L'esemplare, che deve appartenere alla parte media

del tronco, è tutt'attorno completo, e limitato superiormente e inferiormente da superficie di frattura.

La *C. Etrusca* è assai prossima evidentemente alla *C. Maraniana*, ma ne differisce abbastanza per il midollo quasi circolare, per i ramenti sempre di un solo strato e per lo sviluppo oltremodo debole dell' incremento secondario.

Alla *C. Maraniana* e alla *Etrusca* si collegano immediatamente due tronchi, i quali forse appartengono all'una o all'altra delle due specie, ma che per mancanza del midollo e dell'incremento secondario non possono con sicurezza essere identificate con alcune delle medesime. Sono:

a. *Cycadeoidea Bianconiana,* Massalongo, l. s. c. (nomen solum).

Tav. II, fig, 2.

Frammento della corazza, di un tronco estremamente somigliante alla *C. Maraniana*. Di colore giallo-bruno, di natura granulare e di assai cattiva conservazione strutturale. Altezza dell'esemplare m. 0,135; sezione trasversale della base fogliare, larga m. 0,025, alta m. 0,013.

Trovato nel letto del torrente Samoggia, e conservato nel Museo di Bologna.

b. *Cycadeoidea Masseiana,* Capellini.

Tav. I, fig. 1.

Metà della corazza di un grande tronco rotto alle due estremità, alto m. 0,585, largo m. 0,310, di colore nero intenso, con superficie intatta, non lisciata. Esteriormente offre i caratteri della *C. Maraniana* o della *Etrusca*. La sezione trasversale delle basi fogliari è larga m. 0,027, alta m. 0,015; tessuto ben conservato ricco di canali gommiferi, ramenti notevolmente mal conservati, dimodochè non si può con sicurezza stabilire se essi corrispondano meglio a quelli della *C. Etrusca* o a quelli della *Maraniana*.

Trovata dal Conte Francesco Massei nel 1889 presso Ozzano nelle vicinanze di Bologna, e da esso donata a quel Museo geologico per esservi conservata.

A questo punto verrà opportunamente riunito anche un altro pezzo incompleto che sicuramente non corrisponde ad alcuna delle specie sopra

descritte. Soltanto ulteriori scoperte renderanno certamente possibile una più esatta conoscenza della specie cui esso appartiene.

c. *Cycadeoidea Veronensis,* Massalongo, l. s. c. (nomen solum).

Frammento della corazza abbastanza bene conservata, di color rosa chiaro, di calcare, parzialmente silicizzato. Interstizii tra le basi fogliari abbastanza larghi, occupati da ramenti normali di un solo strato. Sezioni delle basi fogliari, ampiamente rombiche, larghe m. 0,022, alte m. 0,010. Linea dei fasci vascolari parallela al contorno, con gambe fortemente ricurve verso l'interno e all'ingiù. Cellule mucilagginose delle basi fogliari molto numerose. Nel pezzo conservato non si trovano germogli florali.

L'esemplare, proveniente probabilmente dal titonico del Veronese, fu scoperto da Massalongo e Scarabelli in un giardino della città di Verona, e trovasi ora in quel Museo civico.

3. *Cycadeoidea Cocchiana,* Caruel, l. s. c. (sub Raumeria).

Tav. V, fig. 2, 5.

Frammento di tronco, cilindrico, rotto superiormente e inferiormente, di dimensioni notevoli e un poco compresso lateralmente.

Corpo midollare quasi circolare, parenchimatoso, attraversato da numerosissimi canali gommiferi con abbondanti ramificazioni anche nella direzione trasversale. Numerose striscie peridermiche nel midollo. Interstizii tra i fillopodi larghi circa 2 a 3 mm. Questi, sporgenti orizzontalmente, con sezione trasversale rombica, poco depressa. Cellule gommifere abbastanza numerose. Linea dei fasci vascolari parallela al contorno, con gambe sufficientemente larghe incurvate verso l'interno e all'ingiù. Ramenti numerosi, di un solo strato di larghezza mediocre. Germogli florali in gran numero, inclusi, non sufficientemente ben conservati; forma del loro cuscino terminale sconosciuta. Anello libro-legnoso del tronco, normale, largo mm. 11, attraversato nel libro da linee peridermiche.

L'unico esemplare di questa specie si conserva nel Museo geologico di Firenze. È stato trovato presso Rignano, Valdarno superiore, come ciottolo della Marnia, la quale ha scavato colà il suo letto nell'arenaria pliocenica. È di un bel colore giallo-miele e di natura omogenea e compatta.

4. *Cycadeoidea Scarabellii*, Meneghini, l. s. c.

Tav. III, fig. 2, 3.

Piccolo tronco con sommità in forma di cupola, di sezione trasversale strettamente ellittica, con midollo di egual figura. Dimensioni: alto m. 0,07, largo m. 0,10; dei quali circa m. 0,02 spettano al tubo midollare. Lunghezza dei fillopodii m. 0,04. Interstizii tra questi ultimi, relativamente molto larghi (raggiungendo 4 a 6 mm.); la loro sezione trasversale, rombica, larga 2 cm., alta 3 a 4 mm. Stato di conservazione talmente cattivo che sopra la interna struttura nulla puó essere constatato. Parecchi germogli florali, molto sparsi, inclusi, e, a quanto pare, con cuscino terminale oviforme.

L'unico esemplare conosciuto di questa specie fu trovato da Scarabelli come ciottolo nel Santerno presso Imola. Una metà di esso si trova nel Museo d'Imola, l'altra in quello di Pisa. Entrambi mi sono stati comunicati. Per solito il piccolo tronco rotto inferiormente ricorda assaissimo, per la sua sommità formata a cupola, la *C. Maraniana*, della quale sembra essere una edizione in miniatura. Anche la massa petrificata, granulare, cristallina, traversata in più modi da vene incolore, di colore bruno chiaro alla superficie, più scura internamente, è la stessa di quella della *Maraniana*. Il taglio longitudinale, condotto in direzione dell'asse maggiore della sezione trasversale ellittica, ha diviso in due un germoglio florale; questo però è conservato soltanto nella metà che è a Pisa, e che servì per il disegno di Nannini (Tav. III, fig. 3). Nell'altra metà, l'angolo in questione è rotto, ed è andato perduto.

5. *Cycadeoidea Capelliniana*, Solms.

Tav. I, fig. 3, 4; Tav. V, fig. 1, 3, 6.

Tronchi di grandezza mediocre e di contorno cilindrico, poco compresso. Midollo che poco si scosta dalla forma circolare e che racchiude uno scarso numero di canali gommiferi di piccolo diametro, attraversato qua e là da striscie di periderma.

Interstizii tra le basi fogliari, piccoli, larghi circa 2 mm., sporgenti sul lato esteriore dei pezzi come coste acute. Fillopodii prominenti ad angolo retto, in sezione alti circa 3 mm. e larghi 15. Linea dei fasci vascolari parallela al loro contorno, con gambe soltanto pochissimo incurvate verso l'interno e all'ingiù. Ramenti numerosi, abbastanza larghi in generale di uno strato solo. Germogli florali radi e sparsi, mancanti in uno dei pezzi,

sporgenti sopra la corazza per modo che in questa sono conservate soltanto le loro parti basali. Anello libro-legnoso normale, largo 4 a 7 mm., senza fibre nel *libro*. Cordoni fogliari nella corteccia del tronco, senza anastomosi.

Di questa specie, che nell'Alta Italia di gran lunga sembra essere la più frequente, mi sono noti cinque esemplari, i quali tutti allo stesso modo sono conservati in una massa silicea dura e omogenea di colore bruno rossastro alla superficie esteriore. L'esemplare che pel primo si conobbe, fu trovato nel letto dell'Idice, e acquistato dal Capellini pel Museo di Bologna: é un frammento della corazza con scarsi resti dell'anello libro-legnoso. Due altri tronchi, conservati completamente tutt'attorno, rotti trasversalmente alle due estremità, trovati nel torrente Tresinaro presso Scandiano nel territorio di Reggio d'Emilia, sono in possesso di D. Ferretti, parroco di Santa Ruffina, che ne permise lo studio nel modo il più generoso. Finalmente due di tali tronchi si trovano nel Museo Spallanzani a Reggio Emilia, e di essi la metà fu ceduta al Museo di Bologna. Entrambi provengono dai dintorni di Reggio, l'uno da Paullo presso Casina, l'altro da Vallestra presso Carpineti. Uno di questi due ultimi esemplari (Tav. I, fig. 3) mostra la sua punta col noto sprofondamento in forma di nido d'uccello, pel quale si ammette la putrefazione prima della fossilizzazione.

6. *Cycadeoidea Pirazzoliana,* Massalongo e Scarabelli (inedita).

Tav. II, fig. 1.

Tronco abbastanza grande, quasi completo, in forma di bulbo o di cono di pino, di m. 0,210 d'altezza e m. 0,195 di massima larghezza. Superficie corrosa quasi al termine delle basi fogliari. Sezione trasversale che si scosta solo un poco dalla figura circolare, contenente nel midollo pressochè circolare e nella corteccia parenchimatosa numerosi canali gommiferi abbondantemente ramificati nel senso trasversale. Interstizii larghi 2 a 3 millimetri che appaiono come coste ottuse. Sezioni trasversali delle basi fogliari sprofondate, allargate, rombiche; larghe m. 0,011 a 0,023; alte m. 0,006 a 0,008. Germogli florali, scarsi e non evidenti. Anello libro-legnoso normale, largo 9 mm. Fasci di decorrenza fogliare all'interno della corteccia collegati mediante cordoni di anastomosi con altri posti più in alto.

L'unico blocco conosciuto di questa specie é stato trovato nel letto del Correcchio presso Belpoggio, e si trova nel Museo d'Imola. Esso é sezionato perpendicolarmente; in una delle metà é visibile per un taglio basale la sezione trasversale, e per un taglio tangenziale, il modo di procedere

dei fasci fogliari presso l'uscita delle maglie dell'incremento secondario. Sfortunatamente sono andati perduti parecchi dei frammenti sezionati che si erano ottenuti, e che Massalongo probabilmente aveva preso seco per ulteriori studii.

Questa specie, che nelle piccole e basse sezioni trasversali dei fillopodii somiglia alla *C. Capelliniana,* è nettamente distinta da essa, e da tutte le altre Cicadeoidee da me conosciute, per i cordoni di anastomosi che nella corteccia collegano i fasci fogliari. Soltanto nel *Bennettites Gibsonianus*, dopo la scoperta del blocco recentemente ottenuto da Wight, pare che esista un fatto simile.

7. *Cycadeoidea intermedia*, Ranzani, l. s. c.

Tav. III, fig. 5, 6.

Tronco piccolo, quasi sferico, alto circa m. 0,072, con sommità cupuliforme. Superficie dell'esemplare rotolata e corrosa. Midollo quasi circolare, che contiene, al pari della corteccia, numerosi depositi gommosi, stipati. Interstizii tra le basi fogliari, larghi 1 a 2 mm. Queste ultime, sporgenti orizzontalmente, con sezione trasversale allargata, rombica, alta 5 mm., larga 16. Linea dei fasci vascolari parallela al contorno, con gambe appena incurvate verso l'interno e all'ingiù. Ramenti in generale mal conservati, e dovunque, come pare, di un solo strato. Germogli florali in numero esiguo. Anello libro-legnoso normale, largo 10 mm. Decorrenza fogliare che ascende semplicemente senza anastomosi nella corteccia.

Il solo esemplare conosciuto è quello descritto e figurato da Ranzani come ciottolo trovato nel Reno e conservato nel Museo di Bologna (Tavola III, fig. 5). La sua massa è selciosa, nera, dura, omogenea. Gli interstizii di colore bianchiccio emergono tra le nere basi fogliari, alla superficie corrosa, come un grazioso graticolato. È molto caratteristico il ripiegamento oltremodo debole delle gambe della linea dei fasci vascolari nelle sezioni trasversali delle basi fogliari.

8. *Cycadeoidea Ferrettiana*, Capellini e Solms.

Basso disco di frattura trasversale di un tronco di sezione molto allungata, ellittica, coperto esternamente di basi fogliari disposte obliquamente, le une sopra le altre a modo di squame. Midollo ellittico, con numerosi elementi in forma di cellule a mattone e con canali gommiferi

assai scarsi, limitati quasi esclusivamente alla periferia. Peridermi midollari molto numerosi. Altezza del pezzo rotto alle due estremità: da un lato 2 cm., dall' altro quasi 4. Diametro maggiore 17 cm.; minore, 7 cm. Diametro del midollo nel senso trasversale 3 cm., nel senso longitudinale circa 10. Interstizii tra le basi fogliari larghi 1 a 2 mm. Sezioni trasversali delle basi fogliari, allargate, rombiche, alte 5 mm., larghe 16. Linea dei fasci vascolari parallela al contorno, con ripiegamento delle gambe verso l' interno soltanto accennato. Ramenti larghi, in generale di uno strato solo. Germogli florali non riconoscibili con sicurezza nel corto mozzicone di tronco di cui si tratta. Anello libro-legnoso alcun poco irregolare, debole, largo 3 a 4 mm.

L' unico esemplare conosciuto, trovato da D. Ferretti di Santa Rufina in quelle vicinanze, presso Monte Babbio, si conserva nel Museo di Bologna. Esso era tutt' attorno coperto da una crosta bianchiccia dovuta alle intemperie, e solo dopoché essa fu tolta, apparve la struttura benissimo conservata della sostanza interna color grigio pallido. Simile, nella forma della linea dei fasci vascolari nella sezione trasversale delle basi fogliari, alla *C. intermedia,* se ne distingue soltanto per la forma assolutamente diversa del tronco. Oltre a ciò, la *C. Ferrettiana* é nettamente distinta da tutte le altre Bennettitee finora conosciute per le basi fogliari disposte in modo da coprirsi le une colle altre a guisa di tegole e quindi tagliate pure trasversalmente nelle sezioni trasversali del tronco.

Per ultimo diremo ancora due parole sull' americana *Cycadeoidea zamiostrobus,* che Hayden scopriva nel Colorado presso Golden, giacente per terra, isolata. Naturalmente non é da tenersi come sicura la formazione dalla quale l' esemplare proviene. Dall' essere cosi poco completa la figura di Lesquereux sopra citata, ne derivó già che da qualcuno, che conosceva soltanto quella figura, si poté accennare a un frutto di *Nelumbium.* Cfr. Science, vol. III., p. 433. Lester Ward ha bentosto nel medesimo luogo (p. 532) corretto questo malinteso.

L' esemplare che ho presente consta di un frammento della corazza con corteccia e anello libro-legnoso; del midollo sono conservate solo poche tracce. La sua conservazione é veramente mediocre; malgrado la silicizzazione omogenea. Il solo anello legnoso, senza il libro, proprio insignificante, misura 10 mm. di larghezza; le basi fogliari sporgenti orizzontalmente sono lunghe 3 a 4 cm., e la loro sezione trasversale ha 4 mm. di altezza e 9 di larghezza; il loro tessuto é abbondantemente attraversato da depositi gommosi, e i fascetti vascolari emergono soltanto poco. Peridermi paralleli alla sezione trasversale si riscontrano sul taglio longitudinale; nella sezione trasversale emergono altri, i quali tagliano sovente

gli angoli laterali parallelamente alla superficie. Gli interstizii tra le basi fogliari misurano 2 a 3 mm. e sono completamente pieni di ramenti di struttura normale, piccoli, di un solo strato, e ben conservati. Germogli florali si presentano in due punti della superficie come giri poco appariscenti. Il colore è in generale bruno chiaro; però in alcuni dei punti meglio conservati la sostanza dei fillopodii è scura, quasi nera. Di tutte le forme europee conosciute, la *C. Capelliniana* Solms è la più somigliante alla nostra *C. zamiostrobus* Lesq.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I.

Fig. 1. — *Cycadeoidea Masseiana,* Capellini et Solms. $^1/_4$ della grandezza naturale.

Fig. 2. — *Cycadeoidea Etrusca,* Capellini et Solms. $^1/_3$ della grandezza naturale.

Fig. 3. — *Cycadeoidea Capelliniana,* Solms. Esemplare di Vallestra nel Reggiano visto dal lato minore; $^1/_2$ della grandezza naturale.

Fig. 4. — *Cycadeoidea Capelliniana,* Solms. Esemplare dell'Idice presso Bologna, $^1/_3$ della grandezza naturale.

Le fotografie furono eseguite nel laboratorio di geologia.

TAVOLA II.

Fig. 1. — *Cycadeoidea Pirazzoliana,* Massalongo et Scarabelli. Metà della sezione longitudinale del tronco, da un disegno del Nannini, che mostra l'anastomosi dei fasci di decorrenza fogliare.

Fig. 2. — *Cycadeoidea Bianconiana,* Massalongo. $^1/_2$ della grandezza naturale, da fotografia.

Fig. 3. — *Cycadeoidea Maraniana,* Scarabelli. Esemplare di Castel S. Pietro visto nella superficie inferiore di rottura.

TAVOLA III.

Fig. 1. — *Cycadeoidea Montiana,* (Ingens Balánorum Congeries). Riduzione $^1/_3$ della figura del Monti.

Fig. 2. — *Cycadeoidea Scarabellii,* Meneghini. Veduta dal lato esterno, da un disegno di Nannini; riduzione a $^2/_3$ della grandezza naturale.

Fig. 3. — *Cycadeoidea Scarabellii,* Meneghini. Sezione longitudinale da un disegno di Nannini. In *a* una gemma florale tagliata longitudinalmente, $^2/_3$ della grandezza naturale.

Fig. 4. — *Cycadeoidea Maraniana,* Scarabelli. Veduta esterna dell'esemplare che mostra gli apici di numerose gemme florali. Circa $^1/_4$ della grandezza dell' esemplare.

Fig. 5. — *Cycadeoidea intermedia,* Ranzani. Veduta esterna dell'esemplare in grandezza di $^2/_3$ dal vero; dalla tavola della Memoria del Ranzani.

Fig. 6. — Sezione attraverso la corazza della *C. intermedia*, Ranz.

TAVOLA IV.

Fig. 1. — *Cycadeoidea Etrusca,* Capellini et Solms. Sezione longitudinale di uno spadice florale ingrandito. In *a* sono indicate le porzioni di antere ricordate nel testo.

TAVOLA V.

Fig. 1. — *Cycadeoidea Capelliniana,* Solms. Porzione della sezione trasversale del tronco che mostra l'accrescimento secondario e la sezione attraverso le tracce fogliari nella scorza. In *a* è indicata una linea peridermica che taglia trasversalmente la sezione midollare. Grandezza naturale.

Fig. 2. — *Cycadeoidea Cocchiana,* Caruel. Porzione di sezione trasversale che passa per il midollo, con canali gommiferi e una zona peridermica; ingrandito.

Fig. 3. — *Cycadeoidea Capelliniana,* Solms. Frammento di una sezione radiale dell' accrescimento secondario con due cellule fibroidi e un vaso cribroso.

Fig. 4. — *Cycadeoidea Etrusca,* Capellini et Solms. Sezione trasversale dell'apice dello spadice ingrandito 13 volte.

Fig. 5. — *Cycadeoidea Cocchiana,* Caruel. Sezione tangenziale del legno secondario con numerosi raggi secondari; ingrandito.

Fig. 6. — *Cycadeoidea Capelliniana,* Solms. Sezione trasversale del legno secondario e della corteccia. La zona di Cambium è distrutta, una fenditura riempita di roccia ne occupa il posto; ingrandito.

Fig. 7. 8. — *Cycadeoidea Etrusca,* Capellini et Solms. Grani di polline in forma di navicelle; ingrandito.

1

3

2

4

J. Kraemer, Photogr.

1

2

3

J. Kraemer, Photogr.

J. Kraemer, Photogr.

J. Kraemer, Photogr.

J. Kraemer, Photogr.

Solms del.

INDICE

MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL' ISTITUTO DI BOLOGNA

SERIE V. — TOMO II

Fascicolo Secondo.

BOLOGNA

TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI

1892

LA PROFILASSI E LA CURA DELLA RABBIA

COL SANGUE DEGLI ANIMALI VACCINATI CONTRO QUELLA MALATTIA (*)

MEMORIA

del Prof. **GUIDO TIZZONI** e del Dott. **RODOLFO SCHWARZ**

(Letta nella Sessione del 10 Gennaio 1892).

I resultati molto interessanti di recente ottenuti sulla immunità in alcune malattie d'infezione, principalmente riguardo alla proprietà che possiede il sangue degli animali vaccinati d'impedire in altri lo sviluppo di una determinata malattia, o di guarirla quando quella sia già sviluppata, ci hanno spinto ad intraprendere una serie di ricerche sulla rabbia al fine di esaminare se gli stessi resultati potessero ottenersi anche in questa infezione.

Tali ricerche, poi, ci sembrava sarebbero dovute riuscire, se avessero portato a conclusioni positive, di grandissimo interesse per la scienza e per la pratica, potendo, non solamente venire illustrata per esse la dottrina della vaccinazione nella rabbia, la quale dottrina oggi ancora trovasi si può dire allo stesso punto in cui la lasciarono le memorabili ricerche del Pasteur, ma stabilire eziandio quei principî che dovranno sostituire nella pratica tutta empirica delle odierne vaccinazioni antirabiche, qualche cosa di più definito, di meglio scientificamente determinato.

Le nostre ricerche già da lungo tempo istituite hanno mirato a risolvere i seguenti problemi:

1.° Se il sangue degli animali vaccinati contro la rabbia possa distruggere in vitro il virus rabido o renderne nulla la sua azione, e in caso affermativo quale sia la sostanza a cui esso deve tale sua proprietà;

2.° Se questo sangue agisca nell'organismo vivente alla stessa ma-

---

(*) Comunicazione preventiva di questo lavoro nella Riforma medica. n.° 188. - Agosto 1891.

niera che in vitro, per cui sia possibile per mezzo di esso trasmettere l'immunità da animali vaccinati ad altri non preparati in nessun modo;

3.° Se lo stesso sangue possa non solo immunizzare ma anche curare durante il periodo d'incubazione della rabbia animali infetti con virus rabido;

4.° Finalmente quale sia la diffusione della sostanza immunizzante nel corpo degli animali vaccinati contro la rabbia, cioé, se essa sia limitata solo al sangue, oppure diffusa ancora ai tessuti e agli organi.

Per la soluzione di tali problemi non conosciamo che finora sia stato fatto nessun lavoro speciale. Solo Babés e Lepp (1) nel trattare della vaccinazione antirabbica riferiscono quasi incidentalmente alcune esperienze eseguite col sangue di animali vaccinati contro la rabbia, esperienze, peraltro, che dal 1889 non hanno avuto fino ad oggi nessun seguito. Ecco integralmente queste esperienze.

Due cani vaccinati e rivaccinati hanno fornito la materia vaccinale. Dalla vena giugulare di questi animali si prendono per 6 giorni di seguito ciascun giorno due siringhe di 5 gr. di sangue, che é iniettato subito a due altri cani. Al 7° giorno questi due ultimi cani, insieme con un altro di controllo, furono inoculati per trapanazione con del virus da strada. L'animale di controllo e uno dei cani vaccinati morirono resp. al 16mo e al 20mo giorno dopo l'operazione, mentre il secondo cane vaccinato vive tuttora dopo 6 mesi dalla trapanazione.

Quattro cani tosati alla testa furono messi nella gabbia di un cane rabbioso che li ha morsicati tutti alla testa. Due di questi cani servirono per controllo, due invece erano stati precedentemente vaccinati per un periodo di 7 giorni con del sangue dei soliti cani immunizzati. I due cani di controllo morirono 16-28 giorni dopo la morsicatura; uno dei cani vaccinati morí un mese dopo la morsicatura senza sintomi di rabbia, e senza che il suo bulbo inoculato al coniglio abbia prodotto la rabbia; l'altro cane vive tuttora da piú di due mesi.

Due conigli ricevono per 7 giorni in ciascun giorno 4 gr. di sangue dei cani vaccinati, e dopo questo sono inoculati sotto la pelle, insieme a due conigli di controllo, col virus da strada. I due conigli di controllo morirono al 18°-21° giorno di esperimento, mentre i due conigli vaccinati morirono, 50-62 giorni dopo l'inoculazione sottocutanea del virus di rabbia da strada, per malattia intercorrente; infatti l'inoculazione del loro bulbo riesci negli animali senza nessun effetto. Ripetendo nel coniglio gli stessi esperimenti, ma col virus in via di fissarsi, nessuno degli animali vaccinati ha resistito.

---

(1) Babés et Lepp. — Rècherches sur la vaccination antirabique. Annalés de l'Institut Pasteur, n.° 7, 1889, pag. 384-390.

Ora se noi consideriamo che di quattro cani operati dagli AA. citati, uno solo può avere un qualche valore perchè inoculato direttamente nel sistema nervoso e sopravissuto all' esperimento il tempo sufficiente per giudicare, e che gli altri tre, o morirono troppo presto, sia pure in seguito a malattia intercorrente, o non furono seguiti il tempo voluto per trarne conclusioni sicure, possiamo facilmente acquistare la convinzione che gli esperimenti di Babés e Lepp sono lungi dall' aver risoluto per il cane il quesito della trasmissione della immunità verso la rabbia col sangue di animali vaccinati contro quella malattia.

Questo anche senza tener conto che nel 2° degli esperimenti che può sembrare riescito, l' infezione fu determinata col morso del cane rabbioso, che sappiamo essere mezzo non altrettanto sicuro per trasmettere la rabbia che l' inoculazione diretta nel sistema nervoso.

Non parliamo poi del valore dei resultati ottenuti da Babés e Lepp nel coniglio (di cui noi ci siamo esclusivamente serviti nelle nostre ricerche) col sangue di cane, essendo in quell' animale state fatte le prove dell' avvenuta immunizzazione col metodo molto infido delle inoculazioni sottocutanee, e per giunta essendo morti tutti e due i conigli sottoposti a questa prova troppo presto per escludere che la parziale immunizzazione da loro acquistata avesse avuto per effetto solamente di ritardare lo sviluppo della malattia, e che perciò non si potessero in quegli animali sviluppare i sintomi della rabbia in un periodo più lontano di esperimento.

I.

Nelle nostre ricerche abbiamo scelto per animale da studio il coniglio, come quello nel quale i risultati ottenuti avrebbero avuto maggior valore, grazie alla sua grandissima recettività per la rabbia, superiore di gran lunga a quella del cane e di altri animali. Si aggiunga a questo che dovendo per le nostre ricerche mantenere buon numero di animali in osservazione, e per un tempo lunghissimo, i mezzi del nostro Laboratorio non ci avrebbero in nessun modo consentito di sperimentare sul cane. Quanto al materiale per i nostri esperimenti, noi lo prendemmo, sia dal cane, sia dal coniglio vaccinati contro la rabbia, e ciò al fine ancora di potere nelle nostre ricerche istituire un confronto fra l' azione sul virus rabido del sangue di animali appartenenti ad ordini diversi ed aventi per la rabbia un grado molto diverso di recettività.

Stante peraltro il resultato ottenuto in questo stesso Laboratorio nel tetano, cioè che la potenza del siero degli animali immunizzati contro

questa malattia sta in ragione diretta della loro recettività per il tetano (1), insistemmo specialmente nei nostri sperimenti sulla rabbia su quelli fatti col materiale avuto dal coniglio anzi che sugli altri.

I cani che vaccinammo contro la rabbia per servire alle nostre ricerche furono 3, due vaccinati col metodo Pasteur, e uno col metodo Protopopoff; di quest'ultimo, peraltro, non occorre parlare non avendo mai fornito sangue per i nostri esperimenti.

Gli altri due cani *A* e *B*, vaccinati col metodo Pasteur, ebbero ogni giorno, a cominciare dal 2 aprile 1891, 1 ½-2 cent. di midollo rabbioso (questa misura si riferisce al midollo fresco) a vario grado di attenuazione, emulsionato in poco brodo sterilizzato. Le iniezioni furono seguitate poi nei giorni successivi con quest' ordine

2 ap.	3 »	4 »	5 »	6 »	7 »	8 »	9 »	10 »	11 »	12 »	13 »	14 »	15 »
m_{14}	m_{13}	m_{12}	m_{11}	m_{10}	m_9	m_8	m_7	m_6	m_5	m_4	m_3	m_2	m_1.

Il 30 aprile si fa la prova della avvenuta immunizzazione, iniettando sotto la dura madre di ambedue i cani del midollo rabido di 1° passaggio, che aveva ucciso in 15 giorni con fenomeni di rabbia furiosa un coniglio di controllo.

Il cane *B* fu inoltre rivaccinato da noi nei giorni 24, 26, 28 luglio 1891 colla iniezione nella giugulare resp. dei midolli di 6, 3, 2, giorni, impiegando ciascuna volta 2 cent. di midollo disseccato.

Tutti e due gli animali hanno sopportato benissimo le vaccinazioni e le inoculazioni di prova. Dal cane *A* si prese tre volte sangue per esperimento, cioè il 31 maggio, il 25 e il 27 giugno. Dal cane *B* si prese sangue solo dopo la rivaccinazione, e precisamente il 29 luglio.

I conigli che fornirono materiale per le nostre ricerche furono 3, *A*, *B*, *C*, tutti vaccinati col metodo Pasteur nei giorni e nell'ordine seguente

2 ap.	3 »	4 »	5 »	6 »	7 »	8 »	9 »	10 »	11 »	12 »	13 »	14 »	15 »
m_{14}	m_{13}	m_{12}	m_{11}	m_{10}	m_9	m_8	m_7	m_6	m_5	m_4	m_3	m_2	m_1.

Le iniezioni furono fatte sempre sotto la pelle del dorso, impiegando ogni volta per ciascun animale una quantità di midollo disseccato corrispondente a 1 ½-2 cent. di midollo fresco.

Questo metodo di vaccinazione, che sta a rappresentare il metodo Pasteur ridotto intensivo per la quantità, ha dato nel coniglio ottimi

(1) Tizzoni e Cattani. — L' immunità contro il tetano studiata negli animali molto recettivi per questa infezione (cavia, coniglio, topo) Riforma medica, n.° 183-184. Agosto 1891.

resultati. Tutti e tre i nostri conigli, infatti, sopportarono benissimo la vaccinazione e resistettero alle inoculazioni di prova fatte il 30 aprile con lo stesso virus di 1° passaggio che aveva servito per i cani.

Di questi tre animali, uno, quello *C*, non poté essere utilizzato nei nostri esperimenti, essendo morto il 22 maggio 1891 per malattia intercorrente. Infatti il controllo inoculato per trapanazione col bulbo di questo coniglio, non ebbe mai a presentare fenomeni di rabbia, per quanto fosse tenuto molti mesi in osservazione.

Gli altri due conigli *A* e *B* furono rivaccinati nei giorni 24, 25, 26, 27 luglio, iniettando loro respettivamente sotto la pelle circa 2 cent. dei midolli disseccati di 6, 5, 3, 2 giorni.

Dal coniglio *A* si prese sangue dalla carotide nei giorni 27 giugno e 29 luglio; dal coniglio *B* venne preso sangue il 30 maggio, il 27 giugno e il 29 luglio. Il primo di questi animali si uccise per dissanguamento il 29 luglio, al fine di sperimentare sui visceri e tessuti; l' altro si mantenne in vita ed é tuttora sano e robusto.

Il sangue degli animali che deve servire per i nostri esperimenti si prende sempre dalla carotide con metodo asettico, si raccoglie in vasi sterilizzati, e si lascia entro questi in riposo fino a che non si sia separato il siero dal coagulo. Aspirato allora il siero con pipetta sterilizzata, si conserva in tubi sterili che sono tenuti all' oscuro a temp. bassa (10°-13° *C*) fino al momento che devono servire per gli esperimenti.

Non é fuori di proposito notare intanto, prima di passare alla particolareggiata descrizione dei nostri esperimenti, il progresso da noi conseguito riguardo alla vaccinazione degli animali che dovevano fornire il materiale da studio, essendo noi riusciti col metodo del Pasteur, reso intensivo per la quantità, a conferire al coniglio in ogni caso l' immunità contro la rabbia. È già conosciuto, infatti, da molto tempo che nel coniglio le vaccinazioni antirabbiche danno più difficilmente resultato positivo che nel cane, per il quale si sa oramai che seguendo nella vaccinazione i precetti del Pasteur si ottengono sempre resultati sicuri.

Ed invero il Buywid (1), anche mettendo in pratica il metodo intensivo del Pasteur, ottenne nel coniglio 12 insuccessi su 14 esperimenti in cui era stato inoculato per trapanazione virus da strada; Di Vestea e Zagari (2) riescirono in un coniglio a conseguire la vaccinazione, ma facendo l' inoculazione del virus di strada nel nervo sciatico anzi che sotto

(1) Buywid. — Statistique du traitement antirabique à Varsovie. Annales de l' Institut Pasteur N° 5, 1887, pag. 244-245.

(2) Di Vestea e Zagari. — Sulla trasmissione della rabbia per la via dei nervi. Giornale internazionale per le Scienze Mediche anno IX, pag. 21.

la dura madre; Bordoni-Uffreduzzi (1) per la inoculazione subdurale di virus da strada vide morire tutti i conigli precedentemente trattati colla vaccinazione ordinaria del Pasteur, e trovò che la vaccinazione intensiva non era applicabile a questo animale perchè per se stessa sempre l'uccide. Vide finalmente resistere i conigli vaccinati col metodo ordinario del Pasteur alle inoculazioni sottocutanee di virus rabido da strada, ma per l'incostanza che si ha negli effetti quando il virus della rabbia è introdotto per quella via, non attribuisce a tali esperimenti nessun valore.

II.

Per studiare in vitro gli effetti sul virus rabido del siero di animali vaccinati o dei prodotti ottenuti da quello, sperimentammo a questo modo.

Un pezzetto di midollo di animale rabbioso (2) si spremeva attraverso tela sterilizzata per averne una poltiglia molto divisa che potesse venire nel mortaio stemprata uniformemente con 1-2 cc. del siero di coniglio o di cane, o colla soluzione acquosa delle sostanze da quello ricavate e di cui si voleva sperimentare l'azione. Questa emulsione veniva poi conservata al buio alla temp. di 10°-13° *C*; e ciò affinchè il sistema nervoso risentisse per il tempo voluto l'azione del siero senza subire per la temperatura troppo elevata o per la luce nessuna attenuazione. In ultimo, colla iniezione subdurale nel coniglio di questa emulsione, si veniva a determinare se il virus rabido avesse perduto per effetto del siero o del liquido col quale si era trovato a contatto, tutta o parte della sua virulenza.

Prima di passare allo studio dei problemi propostici cercammo conoscere con alcuni esperimenti preliminari se il siero di sangue del coniglio normale, non preparato in nessun modo, avesse, per il tempo e nelle condizioni nelle quali volevamo sperimentare sul siero di sangue di conigli vaccinati, qualche influenza sulla virulenza di midolli rabbiosi.

Facemmo a tal fine 4 esperimenti, due con virus di 1° e di 2° passaggio, e due con virus fisso, lasciando il virus in contatto col siero normale di coniglio prima d'inocularlo sotto la dura madre per 24-24-18-14 ore, ma senza avere mai annullamento assoluto, o anche solo diminuzione della virulenza del midollo rabido. Infatti, i due conigli inoculati col virus di 1° e 2° passaggio morirono resp. in 21ma e in 14ma giornata di esperimento, quelli inoculati con virus fisso morirono in 8^{a} e in 9^{a} giornata.

---

(1) Bordoni-Uffreduzzi. — La rabbia canina e la cura Pasteur. Torino 1889, pag. 49.

(2) Il materiale delle nostre ricerche ci venne fornito dal Dott. Bordoni-Uffreduzzi e dai Professori Celli e Piana ai quali vogliamo qui esprimere pubblicamente la nostra gratitudine.

Finalmente, per evitare ripetizioni, diremo che per ciascuna serie di esperimenti, collo stesso materiale che doveva servire per questi, furono fatti più controlli, alcune volte praticando anche inoculazioni in serie fino alla 3ª gen., e che tutti gli animali a tal fine inoculati, *nessuno eccettuato*, morirono di rabbia nel tempo voluto, che fu di 7-9 giorni per il virus fisso, di 18-22 per il virus di strada, di 15-19 per il virus di 1° passaggio, di 14-18 per quello di 2° e 3° passaggio.

Solo nei controlli nei quali il virus fu inoculato nel nervo sciatico si ebbe qualche volta, non sempre, di fronte a quelli operati per trapanazione, un leggero ritardo di 1-2 giorni nella comparsa dei fenomeni rabidi; ma anche di questi animali in ultimo *nessuno scampò al quadro completo della rabbia e alla morte.*

Stabiliti questi fatti, si passò a studiare l' azione del siero di sangue di animali vaccinati contro la rabbia sulla virulenza di midolli rabidi, e prima di quello del coniglio, poi di quello del cane.

Il 31 maggio 1891 s' inocula per trapanazione un coniglio con bulbo rabido di 3° pass. stato a contatto per 17 ore con 1 cc. di siero di sangue preso il giorno precedente dal coniglio *B.*

Il 29 giugno si ripete l' esperimento inoculando egualmente bulbo di 3° pass. stato a contatto per 24 ore con 1 cc. di siero di sangue del coniglio *A* raccolto da due giorni.

Questi due animali non hanno mai presentato nessun fenomeno di rabbia (1), per quanto sieno decorsi ormai oltre 7-6 mesi dalla praticata operazione. Anzi il peso di questi conigli che al principio dell' esperimento era di kil. 1,590 e di kil. 1,530, è salito oggi a kil. 2,760 e a kil. 2,370.

Praticato lo stesso esperimento con virus fisso, si è avuto lo stesso risultato.

Il 28 giugno s' inocula sotto la dura madre un coniglio di kil. 1,300, con virus rabido costante lasciato in contatto per 5 ore con 1 cc. del siero di sangue del coniglio *B* raccolto il giorno precedente. L' animale fino ad oggi è stato sempre in perfetta salute, ed ha raggiunto il peso di kil. 2,430. Così rimane dimostrato da questi esperimenti che *il siero di coniglio vaccinato contro la rabbia ha il potere di annullare in vitro, anche dopo breve contatto (5 ore), la virulenza di midolli rabidi; e questo non solo per il virus rabido di rabbia da strada rinforzato da uno o più passaggi nel coniglio, ma anche per il virus costante.*

Queste conclusioni poi non crediamo debbono essere impugnate da qualche risultato negativo ottenuto, o dai casi in cui il siero di sangue di

---

(1) Le ultime notizie sullo stato dei nostri animali si riferiscono sempre al giorno della correzione delle bozze di stampa di questo lavoro (17 febbraio 1892).

animali vaccinati valse solo a ritardare, non ad impedire, lo sviluppo della rabbia, potendo tali risultati contradittori dipendere esclusivamente da poca omogeneità della emulsione di midollo, per cui alcuni pezzetti di sostanza nervosa non rimasero completamente stemprati nel liquido, e così non ebbero modo di risentire nelle loro parti centrali l' azione del siero.

Di questi animali, uno fu operato per trapanazione il 28 giugno con midollo di 3° passaggio, stemprato, senza spremerlo precedentemente attraverso tela, in 1 cc. di siero di sangue del coniglio *B* raccolto da 24 ore, e lasciato in contatto con questo siero per una durata di 5 ore.

Questo animale morí con tutti i sintomi della rabbia in 18^ma^ giornata di esperimento, cioè senza nessun ritardo nella comparsa del quadro della malattia.

Non può credersi poi che in questo caso il risultato negativo dipenda solo dalla breve durata del contatto fra siero e midollo, avendo noi, come lo dimostrano gli esperimenti precedenti, ottenuto per lo stesso tempo d' azione del siero effetti positivi con virus di forza molto maggiore, come col virus fisso ad esempio.

Un secondo insucesso l' ottenemmo in un coniglio al quale fu inoculato per trapanazione del virus fisso che per 24 ore era stato in contatto col siero del coniglio *B* raccolto da due giorni. Questo animale morí 18 giorni dopo che fu inoculato, cioè con vari giorni di ritardo, e con un quadro della rabbia assai più lenta dell' ordinario.

E neppure in questo esperimento può supporsi che fosse troppo breve la durata d' azione del siero sul midollo, avendo ottenuti negli esperimenti precedenti resultati positivi con virus di egual forza, stato in contatto con quel siero per un tempo molto minore di quello della prova in questione.

Stabiliti questi fatti, volemmo vedere in secondo luogo se il siero di cane vaccinato contro la rabbia avesse lo stesso potere di annullare in vitro la virulenza di midolli rabidi.

A questo fine, il 27 giugno 1891 abbiamo inoculato per trapanazione un coniglio con midollo di 1° passaggio, stato in contatto per 17 ore con siero di sangue del cane *A* raccolto nello stesso giorno.

Il 9 settembre, vale a dire 74 giorni dopo la praticata inoculazione, quest' animale comincia a presentare fenomeni di rabbia; mangia poco, è dimagrito, tiene sempre la testa con uno dei lati volto in alto, quando cammina barcolla col treno posteriore. Fino al giorno 12 settembre, il quadro della rabbia è andato facendosi sempre più grave; da questo giorno peraltro si è fatto stazionario, e solo col 13 settembre comincia un leggero miglioramento, che fattosi progressivo conduce gradatamente l' animale alla guarigione, la quale può dirsi completa col giorno 25 settembre.

Da quest' epoca l' animale è stato sempre bene, è tornato al suo peso normale e lo ha anche oltrepassato.

In un 2° coniglio inoculammo per trapanazione il 1° giugno, midollo di 3° passaggio, stato a contatto per la durata di 18 ore col siero di sangue del cane *A* raccolto il giorno innanzi. Questo coniglio morì, col quadro della rabbia furiosa, in 15ma giornata di esperimento.

Dai risultati ottenuti col siero di cane vaccinato contro la rabbia si veniva a concludere, perciò, *che esso siero esercita in vitro un' azione molto debole sul virus rabido, molto più debole di quella del siero di coniglio, cosicchè già in un 1° passaggio la virulenza del midollo viene non del tutto annullata ma solo indebolita dal siero di cane, e sopra un virus di forza maggiore la sua azione rimane assolutamente nulla.*

Conosciuti questi fatti, abbiamo voluto vedere se fosse stato possibile determinare con altre ricerche, la natura e le proprietà della sostanza attiva contro il virus rabido contenuta nel siero di sangue di conigli vaccinati verso la rabbia, qualunque essa si fosse. E per primo abbiamo cercato se questa sostanza fosse dializzabile oppur no.

A tal fine abbiamo dializzato per 48 ore entro vasi sterilizzati e contro grandi masse di acqua sterilizzata rinnovata ogni 12 ore, 1 cc. di siero di sangue del coniglio *A* raccolto da 7 giorni. Dopo il tempo indicato, il liquido contenuto nel piccolo dializzatore appariva giallognolo, a reazione neutra, leggermente torbido, probabilmente per precipitazione delle globuline; incinerato su lastra di platino non lasciava quasi nessun residuo.

Con un po' di midollo rabido di 1° passaggio, si fece allora in questo liquido la solita emulsione, che nel giorno 4 luglio 91, dopo averla lasciata a sè per 22 ore, s' iniettò sotto la dura madre di un robusto coniglio del peso di kil. 1,860. Questo coniglio non ebbe mai a presentare sintomi di rabbia, ed oggi si trova ancora sanissimo e del peso di kil. 2,760.

Ciò dimostra *che la sostanza attiva contro il virus rabido contenuta nel sangue degli animali vaccinati verso quella malattia appartiene a quella classe di sostanze che non dializzano.*

In secondo luogo abbiamo voluto vedere se questa sostanza attiva del siero di sangue dei conigli vaccinati fosse precipitabile coll' alcool assoluto, e se una volta precipitata conservasse la sua azione contro il virus rabido.

A tal fine abbiamo precipitato con 15 cc. di alcool assoluto, 1 $^1/_2$ cc. di siero del coniglio *B* conservato da due giorni; e, dopo aver raccolto il precipitato sul filtro, lo abbiamo prima lavato con nuovo alcool assoluto, eppoi disseccato al vuoto sopra ac. solforico. Ripreso questo precipitato il giorno successivo con poca acqua sterilizzata, di questa ci siamo valsi per fare con un pezzetto di midollo rabido di 1° passaggio la solita emulsione, che, dopo 29 ore dacchè fu fatta, venne iniettata il giorno 30 giugno sotto la dura madre di un robusto coniglio.

Questo fino ad oggi si è mantenuto sempre sano ed è cresciuto considerevolmente di peso.

Ciò dimostra che *quel principio del siero di sangue dei conigli vaccinati contro la rabbia il quale agisce sul virus rabido viene precipitato dall'alcool, e conserva dopo questa precipitazione, se non tutta, almeno buona parte della sua azione.*

I fatti precedentemente conosciuti e quelli del medesimo ordine dimostrati in questo stesso Laboratorio per altre infezioni (tetano), facendoci giustamente sospettare che il principio attivo del siero di conigli vaccinati contro la rabbia fosse una sostanza proteica, volemmo determinare se questa si comportasse come una globulina o come una serina.

A questo fine abbiamo trattato del siero di sangue di conigli vaccinati contro la rabbia col metodo di Hammarsten, e separate in tal modo le globuline dalle serine, abbiamo sperimentata l' azione delle prime e delle seconde sul virus rabido. Presi 3 cc. di siero del coniglio *B* raccolto da due giorni, vi abbiamo aggiunto solfato di magnesia secco in cristalli fino a che nel fondo della provetta rimanevano indisciolti dei cristalli di quel sale. Quando si fu separato il precipitato, che nuotava alla superficie del liquido come un grosso fiocco biancastro, lo abbiamo raccolto sopra un filtro e lo abbiamo ripetutamente lavato con soluzione satura di solfato di magnesia, eseguendo tutte queste operazioni nella stufa alla temp. di 30° *C.*

Allora abbiamo ripreso il precipitato con soluzione fisiologica di cloruro sodico, e, tanto questo, quanto il filtrato, lo abbiamo messo separatamente a dializzare per due giorni in acqua corrente entro due piccoli dializzatori. Al termine della dialisi il contenuto dei due dializzatori dava appena traccia di reazione dei solfati. In ultimo con questo contenuto dei due dializzatori, di cui uno rappresentava il filtrato, l' altro il precipitato ottenuto con solfato di magnesia, e che contenevano, quindi, uno le serine e l' altro le globuline del siero di coniglio sperimentato, abbiamo, per aggiunta di midollo rabbioso di primo passaggio, preparata la solita emulsione, la quale, dopo trascorse 22 ore, fu inoculata il 4 luglio, per trapanazione, a due robusti conigli dello stesso peso circa.

Quello dei conigli che ebbe inoculata l' emulsione di midollo fatta colle serine, morì col quadro completo della rabbia paralitica in 22ma giornata di esperimento, quello invece a cui fu inoculata l' emulsione colle globuline é sempre stato benissimo; è cresciuto di peso e vive tuttora.

Questo *ci dimostra che per la rabbia, come per il tetano, la sostanza immunizzante contenuta nel siero di sangue di conigli vaccinati contro quella malattia si comporta come una globulina.*

Volendo finalmente vedere se questa globulina avesse alcune proprietà degli enzimi, tanto da sospettare che essa stessa sia un fermento solubile, abbiamo estratto per 10 giorni colla glicerina pura il precipitato alcoolico secco ottenuto da 2 cc. di siero del coniglio *A*, e, dopo aver filtrata la

glicerina, di questa ci siamo serviti per fare col midollo rabbioso di 1° passaggio la solita emulsione. Questa poi dopo 20 ore che fu preparata, fu inoculata per trapanazione ad un giovane coniglio, il quale non presentò mai segni di malattia e che oggi pure mostrasi molto vispo e robusto.

Questo ci provava *che il principio attivo del siero di sangue di conigli vaccinati contro la rabbia è, come gli enzimi, solubile nella glicerina.*

Conosciuta la parentela che esiste fra le sostanze difensive che si trovano nel siero degli animali vaccinati contro la rabbia e in quello degli animali vaccinati contro il tetano, riguardo alla natura di queste sostanze e alle loro proprietà, ci è sembrato per ultimo molto interessante ricercare se la loro azione si esercitasse esclusivamente sui principî specifici di una di quelle malattie, o si potesse indifferentemente dispiegare su quelli dell'una e dell'altra. A tal uopo abbiamo aggiunto 3 goccie di cultura di tetano filtrata, eminentemente tossica, a 1 cc. di siero del coniglio *B* raccolto da 3 giorni, e che abbiamo dopo 6 ore di contatto inoculato sotto la pelle della parte posteriore della coscia di un giovane coniglio. Questo presentò in corrispondenza dell'arto iniettato, 24 ore dopo la praticata iniezione, i primi sintomi del tetano, e dopo aver offerto tutto il quadro generale, completo, di questa malattia, morì in 3ª giornata di esperimento.

Così ci era provato *che i proteidi difensivi del siero di sangue i quali agiscono contro il virus rabido non hanno nessuna azione contro la tossina del tetano.*

III.

Per vedere se il siero del sangue di animali vaccinati valesse contro il virus rabido, oltre che in vitro, anche nell'organismo, abbiamo fatto 5 esperimenti, due col siero di sangue del coniglio *B* raccolto il 30 maggio, cioè quando questo animale aveva avuto solo una vaccinazione, tre col siero di sangue dei conigli *A* e *B* raccolto il 29 luglio, quando questi animali erano stati rivaccinati.

Tutti questi animali furono iniettati nella giugulare con la stessa quantità di siero di coniglio immunizzato (5 cc.), e per saggiare gli effetti della praticata iniezione fu inoculato virus rabido, sempre virus da strada, ora per trapanazione, ora nel nervo sciatico.

I risultati ottenuti nei primi due esperimenti, col siero che proveniva da animali i quali si trovavano in un primo grado di immunizzazione, fu quello di ritardare lo sviluppo della malattia e la morte, nello stesso tempo di rendere più mite, più lento, il quadro della rabbia.

Così uno di questi conigli, operato per trapanazione il 1° giugno 1891, co-

minciò a presentare fenomeni di rabbia furiosa il 20 agosto e morì di quella malattia ai 25 dello stesso mese, vale a dire 86 giorni dopo la praticata operazione. L' altro, inoculato pure il 1° giugno con virus rabido da strada ma nel nervo sciatico, non presentando ai 14 luglio nessun sintomo di malattia, fu di nuovo in questo giorno inoculato per trapanazione con virus di 1° passaggio, e in seguito a questa seconda prova morì di rabbia il giorno 8 agosto, cioè 69 giorni dalla prima inoculazione, 25 dalla seconda. Ciò che prova come all' epoca di questa seconda inoculazione fosse già per buona parte perduta l' immunità determinata in quello animale colla iniezione di siero di sangue di coniglio vaccinato contro la rabbia.

Risultati più completi li avemmo col siero preso da conigli che dopo vaccinati erano stati rivaccinati.

Dei tre animali inoculati con questo siero, due inoculati il 30 luglio 91, uno per trapanazione e uno nel nervo sciatico, non hanno mai presentato segno di malattia, vivono anche oggi e sono cresciuti notevolmente di peso.

Il 3° di questi animali, peraltro, nonostante fosse iniettato collo stesso siero e inoculato per trapanazione nello stesso giorno e collo stesso materiale dei precedenti, morì di rabbia il 1° settembre 91, con questo dimostrandoci nient' altro *che in una stessa famiglia di animali si trovano individui più o meno predisposti ad una determinata infezione, per cui, mentre in condizioni note si riesce di quella famiglia a salvare la maggior parte d' individui, nelle stesse condizioni alcuni eccezionalmente si perdono.*

Questi risultati, che a tutta prima possono sembrare non soddisfacienti, appariscono invece molto cospicui quando si richiama alla mente quanto abbiamo detto sulle difficoltà d' immunizzare il coniglio per la rabbia colle vaccinazioni del Pasteur, sia pure colle vaccinazioni praticate col secondo metodo di questo scienziato, vale a dire col metodo intensivo.

Essi poi confermano meravigliosamente per la rabbia quanto in questo stesso Laboratorio fu già dimostrato per il tetano, cioè che la potenza immunizzante del siero di animali vaccinati cresce col grado d' immunizzazione che questi hanno conseguito, come sarà provato anche una volta nel capitolo susseguente, nel dire delle immunizzazioni curative contro la rabbia, e lasciano quindi sperare che con gradi anche più elevati d' immunizzazione degli animali che devono fornire il materiale, o con quantità maggiori o più volte ripetute del siero iniettato, si potranno ottenere in avvenire risultati del tutto sicuri.

Anzi ci piace annunziare preventivamente a questo riguardo, come uno di noi (Tizzoni) abbia già iniziato sullo stesso argomento insieme al Dott. Centanni una nuova serie di ricerche col siero di conigli che il Centanni, in seguito a vaccinazioni eseguite con metodo speciale che presto sarà reso di pubblica ragione, *è riuscito a rendere refrattari ad*

inoculazioni fatte per trapanazione con virus di forza molto elevata e perfino con virus costante.

Intanto dai risultati fino ad oggi ottenuti si può concludere; *che il sangue di animali vaccinati contro la rabbia agisce sul virus rabido, non solo in vitro, ma anche nell' organismo, riescendo nella maggioranza dei casi immunizzante per gli animali a cui sia stato iniettato; che il potere immunizzante di questo sangue e gli effetti che esso determina sono tanto più completi e duraturi quanto più elevato è il grado d' immunità degli animali da cui il sangue stesso è stato preso.*

Dopo ciò, al fine non solamente di vedere se gli animali di questa serie di esperimenti che morirono con grandissimo ritardo, soccombettero effettivamente per rabbia, ma più specialmente per ricercare se il virus rabido loro inoculato avesse subito una attenuazione, abbiamo fatto col sistema nervoso di questi conigli inoculazioni in altri. Tutti gli animali così operati sono morti di rabbia in tempo normale, cioè da 18 a 25 giorni. Questo ci dimostra, senz' altro, *che gli effetti benefici, immunizzanti, ottenuti nei nostri animali col siero di conigli vaccinati contro la rabbia, non dipendono da una attenuazione del virus rabido per opera di quel siero.*

Ora accettata la conclusione del Pasteur (1) che nella rabbia l'allungamento del periodo d' incubazione per un virus di una determinata forza non deriva da attenuazione di questo, ciò che i nostri risultati pure confermano, ma sibbene da impoverimento nella sua quantità, e ammesso dall' altro lato, in analogia di quanto è stato dimostrato da uno di noi per il tetano (2) e da Bouchard per il morbo piocianeo (3), che la materia immunizzante iniettata dopo un tempo piuttosto breve sia eliminata dal corpo, ci sarà molto facile rendersi conto negli esperimenti sopra riportati degli effetti diversi ottenuti col siero di animali vaccinati a vario grado d' immunizzazione.

Infatti non potremo con quel siero ottenere altro che un allungamento nel periodo d' incubazione, quando la sostanza immunizzante iniettata non sarà sufficiente per quantità o per forza a distruggere tutto il virus inoculato prima che essa sia eliminata dal corpo o semplicemente scomposta nell' organismo; e, per converso, avremo durevolmente impedito lo sviluppo della malattia, quando quella sostanza sarà capace per quantità o per forza a distruggere prima di essere eliminata o scomposta tutto il virus inoculato.

---

(1) Pasteur. — Lettre sur la rage. Annales de l' Institut Pasteur. Anno 1°, 1887.

(2) Tizzoni e Cattani. — Sul modo di conferire ad alcuni animali l' immunità contro il tetano. Riforma medica 10 gennaio 1891.

(3) Bouchard. — Sur les prétendues vaccinations par le sang. Internationale Beiträge zur wissenschaftlichen Medicin. Bd III, pag. 1 e seg.

Che se poi effettivamente quei principî immunizzanti iniettati col siero, nel primo come nel secondo caso vengano in un tempo più o meno lungo eliminati, ciò che riteniamo essere molto probabile, e quindi non si possa arrivare con quel siero ad ottenere più che una immunizzazione temporanea, questo si potrà solo risolvere col vedere se gli animali che hanno resistito alla prima inoculazione di virus rabido resistono anche ad una seconda, e se il loro sangue conserva dopo molto tempo proprietà immunizzanti contro quel virus; ciò che appunto ci proponiamo di fare in seguito nei nostri conigli sopravvissuti quando sarà passato più lungo tempo dal primo esperimento.

I risultati che otterremo, quali che siano, saranno riferiti in una Nota a parte.

E se in questi esperimenti troveremo, come è infatti probabile si trovi, che l'immunizzazione dei nostri animali fatta per mezzo del siero di sangue di conigli vaccinati contro la rabbia fu solo temporanea, allora potremo concludere *che nella rabbia, come nel tetano e nel morbo pioceaneo, fra la vaccinazione propriamente detta e l'immunizzazione col siero di sangue di animali vaccinati esiste la notevole differenza che la prima vale a determinare nell'animale uno stato refrattario permanente, o almeno che dura un tempo molto lungo, la seconda una immunità solo temporanea e di breve durata.*

Nel corso delle nostre ricerche facemmo già uno esperimento per risolvere la questione in parola, ma siccome il coniglio da cui fu preso sangue, come potemmo verificare più tardi, aveva acquistata solo un'immunità incompleta, quella cioè che vale ad allungare il periodo d'incubazione della rabbia non ad impedirne lo sviluppo, così il risultato che se ne ottenne non ha nessun valore.

Il coniglio, dal quale fu preso sangue per studiarne l'azione immunizzante, era quello che il 31 maggio ebbe iniettato 5 cc. di siero raccolto dal coniglio *B*, che il 1° giugno fu inoculato per trapanazione con virus da strada, e che morì il 25 agosto del 1891. Ma per quanto in questo caso il sangue fosse preso un mese dopo che l'animale fu operato, e quasi due mesi prima che presentasse fenomeni di rabbia, pure non si ebbe con quel sangue nessun effetto positivo sul virus rabido, nè in vitro, nè nell'organismo, e sia contro inoculazioni subdurali di virus da strada, sia contro inoculazioni dello stesso virus nel nervo sciatico.

Per ultimo volemmo esaminare se gli stessi risultati ottenuti nell'organismo col siero di sangue di conigli immunizzati si potessero egualmente ottenere coi prodotti solidi ricavati da quello.

A tal fine iniettammo nella giugulare di due robusti conigli la soluzione acquosa del precipitato alcoolico ottenuto da 6 cc. di siero del coni-

glio *A* raccolto di fresco, e la soluzione acquosa del precipitato alcoolico ottenuto dalle globuline precipitate dapprima con solfato di magnesia eppoi lasciate per 48 ore a dializzare in acqua corrente. Tutti e due gli animali morirono di rabbia senza nessun ritardo, dimostrandoci in tal modo *che con probabilità il principio attivo del siero di animali vaccinati perde nella precipitazione con alcool parte della sua attività.*

Per riscontrare l' azione nell' organismo contro il virus rabido del siero di cani vaccinati, e stabilire un confronto fra i risultati che si sarebbero avuti e quelli già ottenuti col materiale preso dal coniglio, abbiamo fatto con quel siero 11 esperimenti, 8 col siero del cane *A* vaccinato solo una volta e 3 col siero del cane *B*, di cui uno dopo la prima vaccinazione, due dopo la rivaccinazione.

Gli animali trattati con siero del cane preso dopo la 1ª vaccinazione ne riceverono uno 10 cc., uno 7 cc., due 6 cc. e cinque 5 cc. (1).

Quelli trattati col sangue del cane preso dopo la rivaccinazione ne riceverono tutti e due 5 cc.

La prova degli effetti di questo siero sul virus rabido la riscontrammo sempre nel coniglio con inoculazione nel nervo sciatico di virus da strada.

I resultati ottenuti col siero del cane sono molto al disotto di quelli rilevati nelle esperienze fatte col siero del coniglio. Infatti degli animali di questi 11 esperimenti, 8 non risentirono niente e morirono di rabbia senza nessun ritardo, uno dette risultato incerto perchè considerato troppo presto esaurito l' esperimento, e ucciso l' animale 57 giorni dopo che era stato inoculato, due non ebbero mai a presentare sintomi di malattia. Di questi ultimi, l' uno ebbe 6 cc. di siero del cane *A* raccolto dopo una semplice vaccinazione, l' altro 5 cc. di siero del cane *B* preso dopo che l' animale fu rivaccinato; il primo fu inoculato nello sciatico con virus rabido da strada il 29 giugno 1891, il secondo con lo stesso virus per trapanazione il 31 luglio 1891.

In conclusione, col siero del cane si ebbe una proporzione di due animali sopra 10 che risentirono favorevolmente della praticata iniezione di siero, proporzione certo inferiore a quella che nel coniglio si ottiene col siero di sangue del coniglio vaccinato, specie se ai resultati ottenuti colla immunizzazione praticata a scopo profilattico si uniscono quelli che si hanno colla immunizzazione fatta a scopo curativo.

Perciò si deve ammettere *che il siero del sangue di cane vaccinato contro la rabbia ha, in confronto di quello del coniglio egualmente vaccinato, una*

---

(1) Difficilmente riescimmo a far sopportare ai nostri conigli più di 5 cc. di siero del cane iniettato nelle vene. Per una dose superiore, specie se questa raggiunse i 10 cc., molti perirono 1-2 ore dopo l' iniezione, con segni d' intossicazione generale, come era già conosciuto per l'esperienze del prof. Rummo.

potenza molto minore per conferire al coniglio l' immunità verso quella malattia.

Quasi come appendice alle cose fin qui esposte, vogliamo per ultimo riportare il reperto di un esperimento nel quale si ottenne in un coniglio una immunizzazione transitoria colla iniezione nella giugulare di siero del sangue raccolto da un coniglio infetto con virus fisso e offrente il quadro completo della rabbia di Laboratorio.

2 aprile 1891, s' inocula nella giugulare di un grosso coniglio del peso di kil. 1,500, 5 cc. di siero di sangue raccolto da 24 ore dalla carotide di un coniglio in stato di paralisi generale completa per aver ricevuto 6 giorni innanzi sotto la dura madre un' emulsione di virus fisso.

1° maggio, 28 giorni, cioè, dalla ricevuta iniezione di siero di sangue, questo coniglio è infetto per trapanazione con virus rabido di 2° passaggio.

14 luglio, vale a dire 103 giorni dalla iniezione del siero, 75 dalla 1ª infezione con midollo rabbioso, si pratica una seconda inoculazione subdurale con virus di 1° passaggio.

1° ottobre, l' animale comincia a mangiar meno, a muoversi meno vivace nella gabbia, ad avere bagnato d' orina il treno posteriore.

16 ottobre, la paresi del treno posteriore è più marcata, il dimagramento più evidente.

22 ottobre, presenta completo il quadro della rabbia paralitica.

23 ottobre, morte, avvenuta 204 giorni dalla iniezione del siero, 176 dalla prima inoculazione di midollo rabbioso, 101 dalla seconda, e dopo una malattia durata 23 giorni.

Col bulbo di questo coniglio s' inocula per trapanazione un altro coniglio, che muore di rabbia paralitica in 23° giorno di esperimento.

Quello che è anche importante a conoscersi si è, che il midollo rabido col quale fu fatta la prima inoculazione dell' animale in questione aveva dato in ogni caso, e anche per più generazioni successive, sviluppo nel coniglio a forme di rabbia furiosa, mentre il midollo della seconda inoculazione aveva prodotto sempre forme di rabbia paralitica.

Ora il coniglio di questo esperimento e quello a cui fu inoculato il suo bulbo essendo morti di forma paralitica pura, ciò sta a significare che molto probabilmente il virus della prima inoculazione era stato distrutto nell' organismo, o talmente impoverito nella quantità da non prender più nessuna parte nel quadro morboso presentato dall' animale.

Intorno poi alle ragioni che hanno occasionato nello esperimento in parola una temporanea immunizzazione, noi non possiamo dir niente di preciso, non essendo riusciti a renderle evidenti.

Anche la letteratura dell' argomento su questo punto non ci soccorre per niente, se non si vuole ammettere che parli nello stesso senso del

nostro esperimento la seguente affermazione molto laconica del Pasteur, che per quanto conosciamo non avrebbe avuto fino ad oggi nessun seguito.

« Par des inoculations de sang d' animaux rabiques dans des conditions determinées, je suis arrivé à semplifier beaucoup les operations de la vaccination et à procurer au chien l' état réfractaire le plus décidé. Je ferai connâitre bientot à l'Academie l'ensemble des experiences sur ce point » (1).

Per conto nostro ci sembra che l' interpretazione da darsi a questo esperimento non possa esser che duplice, cioè, o che il siero di sangue iniettato contenesse sostanze protettive sviluppate nel periodo d'incubazione della rabbia e durante il decorso di questa, ovvero che contenesse la sostanza tossica del virus rabido, e quindi per mezzo di questa avesse procurato nel soggetto nel quale fu iniettata lo sviluppo di quei corpi di protezione.

Al fine di rischiarare queste ipotesi, abbiamo eseguiti numerosi esperimenti, nei quali quantità più o meno grandi di siero di sangue preso da animali affetti da rabbia di Laboratorio veniva iniettato, a tempo vario dal momento nel quale era raccolto, ad animali sani; ma, per quanto variassimo le condizioni di esperimento, non riescimmo più ad ottenere nei conigli nei quali quelle iniezioni erano praticate, nessun ritardo nella comparsa del quadro morboso della rabbia e nella morte.

IV.

Dimostrata l' azione immunizzante del siero di sangue preso da animali vaccinati, abbiamo voluto vedere se questo siero potesse durante il periodo d' incubazione della rabbia esercitare una certa azione curativa e impedire lo sviluppo della malattia.

A questo fine abbiamo fatto col siero di sangue raccolto da conigli immunizzati 5 esperimenti, due col siero del coniglio A, dopo la prima vaccinazione, tre con quello dei conigli A e B, dopo la rivaccinazione.

In tutti questi animali l'inoculazione era fatta nel nervo sciatico con virus da strada, e l'iniezione curativa del siero era fatta nella giugulare dopo un tempo determinato dalla praticata infezione, che variava da 17 a 48 ore.

Causa l' importanza grande dei resultati ottenuti in questa serie di ricerche, riporteremo in breve i protocolli dei singoli esperimenti.

Esperimento 1.° — Il 29 giugno 1891 s' inocula nel nervo sciatico con virus rabido da strada un coniglio di media grossezza, e dopo 17 ore

(1) Pasteur. — Sur la rage. Compt. rend. de l'Academie des Sciences. Anno 1884, pag. 1230.

dalla praticata inoculazione, gli si inietta nella giugulare 5 cc. di siero del coniglio *A* che a quell' epoca aveva subito solo la prima vaccinazione.

Il 24 luglio al mattino l' animale fu trovato morto, senza che avesse presentato precedentemente fenomeni di rabbia.

Alla sezione si trova abbondante essudato siero-fibrinoso-emorragico libero nella cavità peritoneale, numerose emorragie puntiformi nel peritoneo viscerale e parietale, cisticerco pisiforme. Col bulbo di questo animale s' inocula un coniglio per trapanazione che fino ad oggi non ha dato mai segni di malattia.

Esperimento 2.° — Il 29 giugno 1891 s' inocula un coniglio nel nervo sciatico con virus rabido da strada, e dopo 25 ore da questa operazione gli s' inietta nella giugulare 5 cc. di siero raccolto dal coniglio *A* quando questo aveva avuto solo la prima vaccinazione.

Il 24 agosto cominciano i primi sintomi di rabbia.

Il 28 agosto muore al mattino, dopo aver presentato nei giorni precedenti un quadro piuttosto lento di rabbia paralitica.

Col bulbo di questo animale si fa un innesto per trapanazione in un coniglio, che muore di rabbia paralitica in 22ª giornata d' esperimento.

Esperimenio 3.° — Il 28 luglio 1891 s' inocula nel nervo sciatico con virus rabido da strada un giovane coniglio del peso di kil. 1,230, e, passate 48 ore dalla praticata inoculazione, gli s' inietta nella giugulare 10 cc. di siero di sangue del coniglio *A* raccolto da un giorno e preso dopo che questo animale era stato rivaccinato.

Il 30 ottobre l' animale sta benissimo; pesa kil. 1,890.

Il 3 novembre cominciano i primi fenomeni di rabbia, e l' animale muore di questa malattia il giorno 5 dello stesso mese.

Il controllo fatto colla inoculazione subdurale del bulbo di questo animale, morì di rabbia in 16ª giornata di esperimento.

Esperimento 4.° — Il 29 luglio s' inocula nel nervo sciatico con virus rabido da strada un giovane coniglio del peso di kil. 1,620 il quale, trascorse 18 ore da quella operazione, riceve nella giugulare sinistra 5 cc. di siero di sangue raccolto due giorni innanzi dal coniglio *B* dopo che questo era stato rivaccinato.

Il 31 ottobre l' animale sta benissimo; pesa kil. 1,980.

Il 3 novembre si nota che l' animale nel camminare mostra un po' di debolezza nel treno posteriore, come avesse i primissimi sintomi della rabbia; di più mangia meno dell' ordinario ed è un poco diminuito di peso (kil. 1,950).

Il 4 novembre, i sintomi notati il giorno precedente sono rimasti stazionari.

Il 5 novembre, cammina più spedito del giorno innanzi e si muove

nella gabbia con maggiore vivacità; anche il peso è risalito a kil. 1,980.

L' 11 novembre, non mostra più nessun sintomo di malattia e fino ad oggi si è sempre mantenuto sanissimo. Al momento in cui scriviamo pesa kil. 2,170.

Esperimento 5.° — Il 29 luglio s' inocula nello sciatico col solito virus rabido da strada un giovane coniglio del peso di kil. 1,680, a cui s' inietta nella giugulare, dopo passate 24 ore dalla prima operazione, 5 cc. di siero di sangue del coniglio *A* raccolto dopo che questi era stato rivaccinato.

Nei giorni 3, 5, 8 agosto, s' inietta ogni volta 3 cc. dello stesso siero sotto la pelle di questo animale.

Il giorno 11 agosto si ripete l' iniezione sottocutanea con quel siero, ma nella quantità di 5 cc. Così questo animale ebbe in tutto iniettati 19 cc. di siero del sangue di un coniglio vaccinato e rivaccinato, e di questi 5, cc. nella circolazione, 14 sotto la pelle.

Questo animale non ha mai presentato segni di malattia, ed oggi pesa kil. 2,250.

Da queste esperienze *resulta evidente l' influenza che ha nell' organismo animale il siero del sangue di coniglio vaccinato sul virus rabido, anche quando l' iniezione di quel siero sia fatta a scopo curativo, vale a dire un certo tempo dopo la praticata infezione.* E forse in queste anche meglio che nelle esperienze precedenti *resulta ben stabilito il rapporto che passa fra il grado della immunità del coniglio che fornisce il materiale da iniezione, la forza immunizzante del siero che s' inietta, e gli effetti che si ottengono nell' animale con queste iniezioni.* Tanto che per i resultati di questa serie di esperimenti cresce sempre più in noi la speranza di poter ottenere col sangue di animali che hanno raggiunto gradi anche più elevati d' immunità, o con iniezioni più volte ripetute, effetti sempre sicuri e completi. Se tali resultati poi si sono ottenuti nel coniglio, animale così suscettibile per la rabbia, resultati anche migliori si dovranno probabilmente ottenere sull' uomo nella cura di quella malattia, per la quale sappiamo che l'uomo ha, in confronto del coniglio, una recettività molto minore. E che, infatti, sia molto difficile ottenere nel coniglio, causa questa sua grande recettività per la rabbia, qualche resultato favorevole nell' impedire lo sviluppo della malattia, operando dopo che fu precedentemente inoculato il virus rabido, lo dimostrano i numerosi tentativi infruttuosi fatti a questo fine nel coniglio da molti sperimentatori coi metodi di vaccinazione del Pasteur, e le poche osservazioni positive che a tal riguardo su questo animale si posseggono. Le quali osservazioni quasi si limitano ai 3 casi di Bujwid (1)

(1) Bujwid. — Loc. cit.

in cui peraltro l' infezione era determinata colla iniezione sottocutanea di virus da strada, e ai 7 casi di Di Vestea e Zagari (1) inoculati nel nervo sciatico e curati col metodo Pasteur discretamente rapido.

Scendendo per ultimo ai particolari dei casi da noi osservati, troviamo meritevole di rimarcare che nel primo, anche molto tempo dopo la praticata infezione, il virus non si era per anco diffuso ai centri nervosi; probabilmente trovavasi sempre limitato al nervo sciatico; che nello esp. 2 e 3, anche dopo un ritardo così grande nella comparsa dei fenomeni rabbiosi e nella morte degli animali, non si ebbe nessuna attenuazione del virus inoculato, per cui il bulbo di questi conigli inoculato per trapanazione ne uccise sempre altri in tempo normale; e finalmente che quanto meno ci si allontana nel principio della cura dal momento della inoculazione del virus, e quanto più si aumenta la quantità del siero iniettato, tanto più sicuri resultati si ottengono.

Riguardo alla interpretazione dei fatti rilevati in questa serie di ricerche, non abbiamo che a rimandare a tutto quanto è stato già detto a proposito dell' azione immunizzante profilattica del sangue di conigli vaccinati contro la rabbia. Solo ci piace insistere sul fatto, il quale ci sembra trovi in questi ultimi esperimenti una validissima conferma, *che il siero di sangue degli animali vaccinati distrugge nell' organismo il virus rabido; e che è in tal modo appunto che quel siero riesce profilattico e curativo contro la rabbia.*

Questo ci sembra riesca nella cura della rabbia di grandissima importanza, perchè una volta acquistato il convincimento di tale distruzicne del virus rabido nell' organismo, niente si oppone a che sia possibile la cura della rabbia, non solo durante il periodo d' incubazione di questa, ma anche quando la malattia fosse già sviluppata. Infatti, ammessa questa distruzione del virus rabido nell' organismo per opera del siero di sangue di animali vaccinati, non può farsi più questione che di quantità e di forza della sostanza immunizzante iniettata perchè questa possa, non solamente distruggere il virus rabido inoculato, ma arrestare la sua moltiplicazione nel corpo e, distruggendo quello ancora che per tale moltiplicazione si fosse prodotto, condurre a guarigione.

Così inteso poi il meccanismo d' azione contro la rabbia del siero preso da animali vaccinati, questo viene a risultare molto differente da quello col quale si può mediante il siero del sangue di animali resi immuni per il tetano prevenire e curare questa malattia. Infatti, mentre nella cura del tetano abbiamo probabilmente solo una preservazione delle parti del corpo che non furono per anco attaccate dalla malattia, per opera di una immu-

(1) Di Vestea e Zagari. — Loc. cit.

nizzazione di quelle parti, in modo da dar tempo alle altre di tornare allo stato normale e alla tossina del tetano di eliminarsi o di scomporsi nell' organismo, invece nella rabbia, piuttosto che una azione preservativa sulle parti non ancora attaccate dal virus rabido, abbiamo un' azione diretta, distruttiva, della sostanza immunizzante su quel virus, un' azione, in altre parole, che può meglio paragonarsi ad una vera azione antisettica interna.

Col siero di sangue del cane furono fatti 8 esperimenti, 6 con quello del cane *A*, che aveva subito una sola vaccinazione, 2 con quello del cane *B* dopo che fu da noi rivaccinato. L'inoculazione del virus anche in tutti questi esperimenti fu fatta sempre nel nervo sciatico con midollo di rabbia da strada; le iniezioni curative del siero furono cominciate nei singoli casi, 17-18-20-28-46-48-48-60 ore dopo la praticata infezione ; la quantità di siero iniettato fu di 5, 5, 25, 30, 32, 34, 34, 37 cc.; quando si volle iniettare più di 5 cc. di siero, allora si fecero sempre iniezioni multiple sottocutanee della dose di 3-5 cc. di siero per ciascuna iniezione, ripetendo le iniezioni ogni 24-48 ore.

I risultati ottenuti da questi esperimenti confermano quelli già avuti collo stesso siero nella immunizzazione profilattica; su 8 animali trattati a scopo curativo col siero di cane vaccinato contro la rabbia, uno solo fu salvato e vive tuttora. Questo coniglio inoculato nel nervo sciatico con virus da strada il 17 luglio, ricevette sotto la pelle a scopo curativo 30 cc. di siero del cane *A*, e cioè 3 cc. il giorno 19 luglio, 48 ore dopo la praticata inoculazione, 2 cc. il 20, 21, 22, 3 cc. il 23, 24, 25, 26, 27, 28 e 29 successivi. Questo animale non ha mai presentato fenomeni di malattia ed è oggi cresciuto di peso di kil. 1,350.

Degli altri 7 esperimenti ebbero solo un ritardo nella comparsa dei fenomeni rabidi e nella morte i due operati col sangue preso dal cane *B* dopo la rivaccinazione. Questi due conigli erano stati infettati nel nervo sciatico con virus da strada, uno il 28 e uno il 29 luglio, ed avevano ricevuto sotto la pelle, a cominciare resp. da 48 e da 17 ore dalla praticata inoculazione, 37 e 34 cc. di siero, diviso in 11 dosi per il primo e in 10 per il secondo animale. Il primo di questi conigli morì con fenomeni di rabbia il 10 settembre, vale a dire in 44° giorno di esperimento ; il secondo il 3 settembre, cioè 36 giorni dopo che fu inoculato con virus rabido.

Da questi esperimenti rimane pertanto stabilito che nella immunizzazione di conigli a scopo curativo, come in quella a scopo profilattico, il siero di sangue del coniglio vaccinato contro la rabbia ha una grande superiorità su quello del cane egualmente vaccinato per la rabbia.

Infatti i nostri esperimenti dimostrano che su 8 animali uno solo si è potuto salvare, e che *per ottenere, o un breve ritardo nella comparsa dei fenomeni rabidi e nella morte, o la mancanza assoluta dello sviluppo della*

malattia, si è dovuto adoprare una quantità di siero di sangue del cane molto superiore a quella necessaria per avere col siero di sangue del coniglio gli stessi effetti od anche effetti superiori.

Oltre di questo si può concludere dalle nostre ricerche che *con la rivaccinazione cresce il potere immunizzante del siero di cane, tanto da far risentire in ogni caso, per quanto in modo non completo, i suoi effetti benefici nel coniglio quando sia a questo iniettato a scopo curativo contro la rabbia.*

V.

In un' ultima serie di ricerche abbiamo voluto vedere, finalmente, se la sostanza immunizzante degli animali vaccinati contro la rabbia sia diffusa a tutti i tessuti ed organi, oppure, come uno di noi ha dimostrato avvenire per il tetano (1), sia limitata esclusivamente al siero del sangue. A tal uopo abbiamo ucciso per dissanguamento il coniglio *A*, e, dopo aver lavato accuratamente il suo albero vascolare col mezzo di una circolazione artificiale fatta con una soluzione di cloruro sodico a 0,75 $^0/_0$, abbiamo in vasi separati lasciato ad estrarne nella ghiacciaja per 24 ore, con acqua addizionata per metà con glicerina neutra, il sistema nervoso centrale, il fegato, la milza, un rene, delle masse muscolari, tutto ridotto, prima d'immergere quegli organi e tessuti nel liquido acquoso-glicerico, ad una poltiglia finissima.

Dopo il tempo indicato abbiamo spremuti i visceri e tessuti rammentati, ed abbiamo messo una porzione del liquido spremuto a contatto per 24-48 ore con una poltiglia di midollo rabbioso per rabbia da strada. Inoculata in ultimo a conigli, per trapanazione, la poltiglia di midollo fatta coll'estratto acquoso-glicerico dei visceri e tessuti di questo coniglio *A*, immunizzato per vaccinazione contro la rabbia, abbiamo visto morire di quella malattia senza nessun ritardo, e cioè dopo 19, 20, 20, 21, 22 giorni dalla praticata operazione, tutti gli animali così operati.

Questo ci dimostra *che nella rabbia, come nel tetano, la sostanza immunizzante si trova negli animali vaccinati solo nel siero del sangue, e che manca invece nei tessuti (nervoso e muscolare) e negli organi (fegato, milza, rene).*

Dalle nostre ricerche si arriva pertanto alle seguenti conclusioni generali.

Che nella rabbia, come è dimostrato per altre infezioni, gli effetti benefici della vaccinazione sono dovuti alla presenza nel sangue di una sostanza

---

(1) Tizzoni e Cattani. — L'immunità contro il tetano studiata negli animali molto recettivi ecc., loc. cit.

immunizzante che si comporta come una globulina e che appartiene probabilmente alla classe degli enzimi.

Che nella immunizzazione a scopo profilattico e curativo è possibile sostituire negli animali, e probabilmente anche nell' uomo, alla vaccinazione antirabbica come oggi la si pratica, le iniezioni di siero di sangue di animali vaccinati contro la rabbia, con tutti i vantaggi della sostituzione di un materiale innocuo, non virulento, a materiale virulento, per quanto impoverito in questa sua virulenza dall' ossigeno, dal calore secco ecc.

Resta poi a dimostrare per la rabbia, come per le altre infezioni in genere, se negli animali vaccinati queste sostanze immunizzanti vengono dal difuori e sono contenute nei materiali stessi coi quali si pratica la vaccinazione, e quindi inoculate con quelli, oppure se si formino nel corpo per l'azione dei microrganismi attenuati o dei rispettivi prodotti tossici che li accompagnano.

CONTRIBUTO ALLA RICERCA DELLA BILE
NELL' URINA DEGLI ITTERICI

NOTA

DEL PROF. DIOSCORIDE VITALI

(Letta nella Sessione del 10 Gennaio 1892).

La ricerca della bile nell'urina ha sempre una grande importanza diagnostica, sia che essa si rivolga a' suoi pigmenti o agli acidi caratteristici di quella secrezione.

La presenza contemporanea nelle urine delle materie coloranti e di detti acidi, mentre starebbe ad indicare l'itterizia ordinaria, prodotta meccanicamente da stasi biliare, ossia la così detta itterizia epatogena, la presenza dei pigmenti, e l'assenza degli acidi biliari, sarebbero indizio dell'itterizia ematogena od anepatogena, od itterizia chimica, che dir si voglia, la quale si fa dipendere da esagerata produzione di pigmenti biliari a spese dell'emoglobina, trasudata dalle emazie nel plasma sanguigno, e trasformata in bilirubina, e si manifesta in alcuni avvelenamenti, ad esempio, per cloroforme, etere, arsenammina, cresilenadiammina, ecc., ed é sintomatica altresì di alcune malattie infettive (febbre tifoide e malarica, pioemia, ecc.). Se non che dopo le esperienze di Miakowski e Naunyn, e di Stadelmann e Afanassiew (1), parrebbe che anche la bilirubina, che trovasi nell'urina in seguito a detti avvelenamenti ed alle accennate malattie infettive, e quindi l'itterizia ematogena, abbia origine epatica, anch'essa sia prodotta da una stasi biliare, dovuta ad una policolia repentina ed esagerata: sì che in quanto alla origine non si potrebbe più ammettere una differenza assoluta per le due itterizie. Sta però il fatto che nei casi d'itterizia prodotta dalle indicate malattie non che dai su ricordati avvelenamenti nell'urina o mancano o si trovano in piccolissima quantità gli

---

(1) Lehrbuch der Physiol. Chem. Von Olof Hammarsten: Seit 135, Wiesbaden 1891 — Arch. für Pathol. 21-6.

acidi biliari, mentre nella così detta itterizia epatogena, la quantità di questi acidi è sempre più o meno notevole, sebbene non manchino casi, in cui essi non vennero trovati. Ad ogni modo indipendentemente da questo carattere differenziale fra le due itterizie, la ricerca dei componenti caratteristici della bile nell'urina ha sempre importanza tale da giustificare nuovi studii sui metodi per praticarla.

La presenza nell'urina del principale dei pigmenti biliari, ossia della bilirubina (anticamente chiamata bilifeina o colepirina), è resa manifesta, quando la quantità non ne è piccola, dal colore giallo o giallo-verdognolo pronunciato, ed è accertata col mezzo della reazione cromatica del Tiedemann e dello Gmelin, la quale, come è noto, avviene, quando quel pigmento venga a reagire con acido nitrico contenente dell'acido nitroso, il quale fa svolgere la nota gamma di colori, che cominciando dal verde, passando per l'azzurro, il violetto, il rosso, termina col giallo. Di queste colorazioni la veramente caratteristica sarebbe la verde. Questa reazione può ottenersi direttamente dall'urina degli itterici, purchè la quantità del pigmento non sia piccola: nel qual caso quella varietà di tinte, e specialmente la colorazione verde, non si manifesta così distintamente da escludere ogni dubbio. Inoltre, come venne già osservato dal Neubarer e dal Kulz, la reazione non riesce bene in orine, che sono ricche di pigmenti orinarî normali e può esser data, specialmente la colorazione verde, da altre urine non contenenti bilirubina, ricche però di indicano. Nè giova in questi casi, per rendere manifesta la presenza della bilirubina, bagnare coll'urina, come ha proposto il Rosenbach, una listerella di carta senza colla, e su questa far agire l'acido nitroso-nitrico: nè parimenti torna di gran vantaggio la cautela di aggiungere all'urina, posta in tubo da saggio, l'acido nitrico-nitroso, in modo che i due liquidi non si mescolino, e ciò nell'intendimento che la gamma dei colori possa meglio osservarsi nei punti di contratto fra i due liquidi; poichè con ciò le suaccennate difficoltà non sono eliminate. Nei su menzionati casi si raggiunge assai meglio lo scopo, separando dall'urina la bilirubina per poi riconoscerla col mezzo della reazione Gmelin o di altre. Come mezzo di separazione fu proposto il cloroforme. E di fatto questo solvente, non miscibile coi liquidi acquosi, scioglie, sebbene non in grande quantità, e quindi separa dall'urina la bilirubina, dalla quale è colorato in giallo, e che può così aversi in condizione da poter presentare le proprie reazioni, evaporando la soluzione cloroformica. Ma oltre che il cloroforme da urine, che ne contengono piccolissima quantità, non esporta quel pigmento in modo manifesto, presenta poi l'inconveniente, mentre lo si dibatte coll'urina, di formare una densa emulsione, dalla quale non si separa che dopo lunghissimo tempo. Altri ha proposto di separare il pigmento col cloruro di bario o meglio col solfato e fosfato di

bario, che si formano e precipitano aggiungendo di quel sale all'urina (Capezzuoli). L'Huppert ha suggerito come mezzo precipitante l'idrossido di calcio, e l'Hilger l'idrato di bario. Questi mezzi non danno buoni risultati, se non quando le urine contengono notevoli proporzioni di bilirubina. Io, partendo dal fatto che l'idrossido d'alluminio ha la proprietà di fissare molti pigmenti, formando lacche colorate (ragione, per cui l'allume è tanto usato nell'arte tintoria), ho voluto sperimentare questo idrossido sulle orine biliose. E di fatto ho potuto osservare che, mentre l'idrato d'alluminio gelatinoso, dibattuto coll'orina normale, se ne separa affatto incoloro, da un'urina che contenga bilirubina dà deposito colorato intensamente in giallo, ed in verde, se l'urina conteneva biliverdina; e, se la quantità d'allumina idrata è sufficiente, tutta la materia colorante biliare può essere con esso separata dall'urina. Il precipitato alluminico, lavato, si presta benissimo alla manifestazione della reazione dello Gmelin: ed inoltre, se questo precipitato venga mescolato con qualche goccia di soluzione diluitissima di nitrito di potassio e qualche goccia di acido cloridrico diluito, svolge bella colorazione verde, per la trasformazione della bilirubina in biliverdina, come ebbi ad osservare in altro mio lavoro. E questa colorazione si manifesta parimenti, aggiungendo al medesimo qualche goccia di soluzione acquosa di jodo e scaldando. Il precipitato, quando venga trattato con acido solforico concentrato, assume pure color verde: esso non cede all'alcol assoluto, anche bollente, la materia colorante, sibbene allorquando al medesimo si aggiunga qualche goccia di acido solforico diluito. Se la quantità dell'acido aggiunto è piccola, il colore assunto dall'alcole è giallo, ma, concentrando il liquido, questo si colora in verde che passa al verde-azzurro e poi all'azzurro e, quando è ridotto a piccolissimo volume, di nuovo al verde (1). Anche l'albumina, quando per l'azione del calore si coagula entro un'urina itterica, trascina con sè la bilirubina, colorandosi in giallo: e se la quantità di essa è sufficiente, si può in questa maniera separare interamente quel pigmento. Anche dal coagulo albuminoso si possono ottenere direttamente le reazioni suaccennate della materia colorante della bile; il che si raggiunge ancor meglio facendo bollire il coagulo con alcol assoluto, il quale, sciogliendo la bilirubina, si colorirà in giallo; evaporando poi la soluzione alcoolica, al residuo si applicheranno dette reazioni. L'esperienza per la separazione si eseguisce aggiungendo all'urina un po' di soluzione di albumina d'uovo, qualche goccia di acido acetico, se l'urina non fosse acida, facendo bollire e filtrando.

---

(1) L'idrato d'alluminio preparasi, trattando una soluzione di allume con ammoniaca fino a debole reazione alcalina, filtrando e lavando il precipitato fino a che le acque di lavatura più non s'intorbidino con cloruro di bario. Si conserva pel bisogno in vaso a tappo smerigliato e sotto un leggero strato di acqua.

Pensando che altri idrossidi allo stato umido posseggono la proprietà di togliere alle loro soluzioni le materie coloranti, cimentai coll' idrossido di rame, di recente precipitato, l' urina biliosa nell' intento non solo di separarne la bilirubina, ma altresì nella fiducia, che nel colore della lacca che si sarebbe formata, io avrei avuto una prova della presenza di essa; poiché per la combinazione del colore giallo di quel pigmento con quello azzurro dell' idrossido metallico, colori complementari del verde, io avrei ottenuto una lacca di questo colore. E la mia previsione si é di fatto avverata. Già l' urina itterica dibattuta con idrossido di rame si presenta tinta di un bel verde. Ma siccome una leggera tinta verdognola nelle stesse condizioni può essere offerta dall' urina normale, e ciò perché un po' di idrossido di rame, disciogliendosi per l' acidità dell' urina, i composti rameici che si formano reagiscono per doppia decomposizione coi cloruri di quella, formando cloruro di rame, che é verde, così per togliere ogni equivoco, dopo aver dibattuto l' urina con quantità di idrossido ramico tale che ne rimanga un po' indisciolto, si filtra e si lava con acqua, finché questa passi incolora. Nel caso dell' urina normale l' idrossido posto in eccesso e rimasto sul filtro sarà di colore azzurro; di color verde deciso invece, nel caso di urina contenente bilirubina. La reazione é sensibilissima. L' idrossido di rame, adoperato in conveniente quantità, può separare tutta quella materia colorante. L' alcool assoluto, anche bollente, non ne stacca il pigmento, il quale invece vi passa, colorandolo in verde, previa aggiunta alla lacca di acido solforico (1).

L' idrossido di zinco precipitato di recente si comporta come quello di alluminio.

Ma il composto che toglie, adoperato in sufficiente quantità, prontamente e completamente il pigmento biliare all' urina é il solfuro idrato di piombo. Questo ha sugli altri composti, di cui abbiamo fatto cenno, un vantaggio, ed é che insieme al pigmento biliare trascina con sé anche le materie coloranti dell' urina normale: vantaggio che, come vedremo, può essere usufruito nella ricerca degli acidi biliari.

Anche il solfuro di piombo non cede all' alcool bollente la bilirubina, ma solo dopo aver aggiunto qualche goccia di acido solforico diluito. Il filtrato é di color giallo intenso, colore che passa al verde con qualche goccia di acido solforico diluito, e di soluzione di nitrito di potassio, oppure senz' altro concentrandolo (2).

---

(1) L' idrossido di rame preparasi precipitando una soluzione di solfato di rame con lieve eccesso di potassa caustica, lavando con acqua il precipitato fino a che essa più non s' intorbidi col cloruro o nitrato di bario. Si conserva pel bisogno in vaso a tappo smerigliato e sotto un sottile strato d' acqua.

(2) Preparasi il solfuro di piombo facendo gorgogliare in una soluzione di acetato di piombo del gas solfidrico e lavando il precipitato con acqua solfidrica. Si conserva pel bisogno in vaso a tappo smerigliato e sotto un sottile strato di acqua solfidrica.

Abbiam visto come il cloroforme non si presti guari bene per l' estrazione dalle urine della bilirubina: e ció pel non forte suo potere solvente verso di questa, come anche per la facilitá colla quale, dibattuto coll' urina, si emulsiona. Si puó evitare quest' ultimo inconveniente ed aumentare ad un tempo il potere solvente di quel liquido, operando nella maniera seguente. Prendonsi circa cmc. 30 di urina biliosa, si pongono in una provetta alta, si aggiungono cmc. 20 di cloroforme, e poi tanto alcool assoluto finché, agitando, quello siasi disciolto, ed infine, senza agitare, circa cmc. 50 di acqua. Lasciando in riposo, il cloroforme tenente in soluzione notevole quantitá di alcool si depone colorato in giallo piú o meno intenso, a seconda delle quantitá della bilirubina. L' alcool contribuisce ad aumentare il potere solvente del cloroforme verso questo pigmento. Lo strato alcoolico-cloroformico deve separarsi dal liquido acquoso, senza agitare, mediante pipetta e poi filtrarsi: evaporato che sia si possono dal residuo ottenere le solite reazioni.

Fra i solventi non miscibili ai liquidi acquosi accenneró all' etere acetico, il quale dibattuto con urina itterica, se ne separa con facilitá, colorato in giallo. La soluzione evaporata lascia un residuo giallo che puó anch' esso prestarsi benissimo per dette reazioni.

Ed ora diró brevemente della ricerca nell' urina degli acidi biliari.

La reazione, alla quale si riconoscono questi acidi, é di solito quella del Pettenkofer. Ma questa, tranne nei casi, in cui la proporzione di essi é considerevole, e scarsi viceversa sono i pigmenti biliari e quelli normali dell' urina, non puó ottenersi direttamente da questa, e ció per contenere essa alcune sostanze, far cui l' acido scatolsolforico e l' indicano, che possono dar luogo a colorazioni facili a scambiarsi con quella prodotta da detta reazione, come venne dimostrato dal Neukomm, dallo Stockwis, dal Makay, dall' Udranszki e dal Dragendorff (1). Di qui la necessitá di ricorrere a metodi di estrazione dall' urina di detti acidi. Tra i comunemente eseguiti i migliori sono quelli di Neukomm e di Hoppe-Seyler, fondati entrambi sulla precipitazione di quegli acidi mediante sali solubili di piombo. Ma questi metodi hanno l' inconveniente di richiedere numerose manipolazioni e d' essere troppo lunghi, ragione per cui, se possono servire per ricerche scientifiche, male si prestano per ricerche cliniche, per le quali si richiedono metodi, che, oltre al raggiungere lo scopo, si possano eseguire con certa prontezza.

Abbastanza spicciativo sarebbe quello proposto dal Dragendorff, consistente nell' acidulare l' urina con acido cloridrico e nel dibatterla con clo-

---

(1) Anleitung zur qualitativen und quantitativen analyse des Harns von Neubarer und Vogel 1890 Seite 147.

roformio, il quale evaporato, lascia per residuo gli acidi biliari, che si sottopongono poi alla reazione del Pettenkofer. Ma, anche astrazion fatta dall' inconveniente dell' emulsionarsi di quel liquido dibattuto coll' urina e dal suo poco potere solvente verso questi acidi (parti 1000 di cloroforme sciolgono appena parti 0,11 di acido glicocolico), ne presenta poi un altro dipendente dallo sciogliere esso anche le materie coloranti ed altre sostanze, le quali rendono equivoca quella reazione, come fu anche dimostrato dal Külz (1).

Nel riferire i metodi, con cui separare dall' urina i pigmenti biliari, accennai come per questa separazione si presti assai bene l' albumina. Durante le esperienze fatte da me a questo proposito mi accadde di osservare un fatto, che mai non si presenta nelle urine normali. Ed é che dopo di aver aggiunto all' urina biliosa dell' albumina e poi dell' acido acetico per farla in seguito, mediante l' ebollizione, coagulare, mentre l' urina per la semplice aggiunta dell' albumina, rimase limpida, appena fu versato l' acido, essa intorbidó fortemente. Attribuî da principio la causa di questo intorbidamento a presenza di mucina; ma dovetti escludere questa supposizione, perché se l'acido acetico intorbidava da solo l' urina, l' intorbidamento era incomparabilmente maggiore, dopo l' aggiunta dell' albumina, che non é, come la mucina, precipitata dall' acido acetico. Pensai che l' intorbidamento prodotto da quest' acido solo fosse dovuto alla separazione dell' acido glicocolico, che é appena solubile nell' acqua, (p. 1000 di acqua 20° non ne sciolgono che p. 0,33), separazione che sarebbe avvenuta in seguito alla decomposizione del glicocolato di sodio della bile, operata dall' acido acetico (2). Né questa mia supposizione era lontana dal vero, perché una soluzione diluitissima di glicocolato di sodio da me trattata con acido acetico presentó subito forte intorbidamento. Ma quale la causa dell' intorbidamento di gran lunga maggiore, dopo l' aggiunta di albumina? Pensai che, come il glicocolato, anche il taurocolato di sodio potesse essere decomposto dall' acido acetico, e si rendesse cosí libero l' acido taurocolico, il quale solubile nell' acqua non precipiterebbe assieme all' acido glicocolico, ma contrarrebbe combinazione coll' albumina, formando con questa un albuminato acido insolubile, causa del più forte intorbidamento. Infatti anche di questa supposizione trovai conferma nel fatto che,

---

(1) Anleitung zur qualitativen und quantitativen analyse des Harns von Neubarer und Vogel. 1890 seite 145.

(2) Consultando le raccolte scientifiche dopo aver osservato questi fatti e di averne data l' interpretazione, trovai che R. Maly ed F. Emich, non sperimentando sulle urine biliose, come era accaduto a me, ma direttamente coll' acido taurocolico sull' albumina, osservarono che veramente quell' acido precipita quest' ultima combinandovisi. (*Bull. Soc. Chimique*, T. 41 p. 269 e T. 45 p. 372); ciò che conferma l' interpretazione da me data.

sciolto un po' di taurocolato in acqua ed aggiuntovi dell' acido acetico, la soluzione rimase limpida, ma diede abbondante precipitato per aggiunta di soluzione di albumina. Ma una maggiore conferma ottenni constatando nel precipitato albuminoso la presenza di un acido biliare, mediante la reazione del Pettenkofer. Questa reazione l' ottenni direttamente dal precipitato; ma meglio ancora, facendolo bollire con alcool assoluto, filtrando, evaporando a secco la soluzione alcoolica, e sottoponendo ad essa il residuo. Già il fatto dell' intorbidamento delle urine biliose per aggiunta di acido acetico ed anche di altro acido (1), e quello dell' aumentarsi d' assai l' intorbidamento per aggiunta di albumina, costituiscono per sè una prova della presenza degli acidi biliari nell' urina, prova che potrà ottenersi anche da urine che ne contengano piccolissime quantità, quando si abbia l' avvertenza di concentrarle. Ma una conferma maggiore si avrà, ottenendo dal precipitato stesso, convenientemente trattato, la reazione del Pettenkofer. Ma prima di esporre il modo di procedere per ottenerla, non stimo inopportuno il fare qualche osservazione circa la medesima. Secondo il Mylius (2) questa reazione sarebbe dovuta a furfurolo, che si produrrebbe per l' azione dell' acido solforico sullo zucchero di canna. Ed infatti, adoperando invece del saccarosio, traccie di furfurolo, il Mylius stesso e l' Udranszki ottengono bellissima quella reazione. Sapendo che il furfurolo si produce per l' azione dell' acido solforico non solo sullo zucchero di canna, ma altresì sugli altri zuccheri e sugli idrati di carbonio propria-

---

(1) Erano già terminate le esperienze che formano oggetto di questa Nota, quando lessi nell' ultimo fascicolo dell' Orosi, giuntomi il 22 Dicembre, un lavoro del Chiarissimo Prof. Grocco intorno ad una causa possibile di errore nella ricerca dell' albumina nelle urine biliose. Queste urine, trattate coi diversi reattivi dell' albumina (acido acetico e calore; acido nitrico a freddo; acido nitrico e calore; acido acetico e ferrocianuro di potassio; acido cloridrico con soluzione satura di cloruro o di solfato di sodio; acido citrico e picrico; reattivo del Tanret), s' intorbidano per modo da lasciar credere trattarsi veramente di albumina. L' autore dimostra come la materia insolubile, causa di quell' intorbidamento, non è albumina, pure essendo di natura organica. E ciò è esattamente vero; se non che parmi che, anziché da soli pigmenti biliari, quel precipitato debba essere costituito da acido glicocolico (quasi insolubile nell' acqua), proveniente dal glicocolato sodico, decomposto dagli acidi acetico, nitrico, cloridrico, picrico, citrico, reattivi o componenti dei reattivi dell' albumina. Quell' acido precipitando trascina con se i pigmenti biliari, come fanno i fosfati terrosi per rispetto all' emoglobina; ciò che può avere indotto a credere che il precipitato sia costituito da biliverdina. Questo precipitato, mentre sta sospeso nell' urina è biancastro, come quello dell' albumina il che non sarebbe, se fosse formato da sola biliverdina. Si spiega poi come il reattivo del Tanret precipiti le urine biliose non contenenti albumina, perchè tanto il glicocolato che il taurocolato di sodio danno, con quel reattivo, luogo a doppia decomposizione, per cui formansi glicocolato e taurocolato di mercurio, insolubili. Spiegasi parimenti, come il precipitato prodotto in quelle urine dagli acidi, si sciolga nella potassa e nell' alcool, perchè appunto l' acido glicocolico è solubile in questo e si discioglie nella potassa, formando glicocolato di potassio solubile. Giustissime del resto sono le osservazioni dell' illustre Professore, intorno ad un possibile e facile scambio di quel precipitato con quello dell' albumina.

(2) Olof Hammarsten. Lehrbuch der Physiologischen Chemie, Wiesbaden 1891. Seite 121 — Zeitschr. f. physiol. Ch. II., 492, 1887.

mente detti, era naturale il pensare che quella reazione cromatica si sarebbe parimenti ottenuta da tutti questi composti, il che avrebbe anche maggiormente confermato il concetto del Mylius. Ed infatti io l' ottenni e bella dallo zucchero di latte, dalla gomma, dall' amido, dal glucosio (zucchero d' uva) (1), dalla destrina e dalla inulina. Essa non é data dalla mannite e neppure dalla inosite, il che conferma vieppiù che questa non appartiene, come si era ammesso fino a pochi anni fa, al gruppo dei glucosi, ma sia un isomero di questi ed appartenga invece alla serie aromatica, come fu dimostrato dal Maquenne, che le ha inoltre data la formola di costituzione, secondo la quale sarebbe l' esaidruro d' esaossibenzina (2).

Tra gli idrati di carbonio quello, che coll' acido solforico e cogli acidi biliari dà la reazione del Pettenkofer in modo brillante, è l' inulina. Per ottenerla con questa si disciolgono a freddo ed agitando con bacchettina di vetro gli acidi biliari nell' acido solforico (circa cmc. 1), e alla soluzione solforica si mescola, pure agitando, una piccola quantità di inulina, e poi, sempre agitando, si fa cadere a goccie pochissima acqua, cessando dall' aggiungerne, quando la colorazione violacea ha raggiunto il massimo di intensità; oppure alla soluzione solforica degli acidi si aggiunge goccia a goccia una soluzione diluita di inulina.

Ho già accennato come, allorché l' urina contenga forte proporzione di pigmenti biliari, dal precipitato albuminoideo, prodotto dagli acidi glico e taurocolico, insieme a questi l' alcool estragga altresì quelle materie coloranti, sì che dal residuo della evaporazione di esso non si può ottenere la reazione del Pettenkofer in modo così netto e distinto da escludere ogni dubbio. Orbene, si può evitare questo inconveniente, dibattendo prima l' urina biliosa con solfuro di piombo, il quale, mentre s' impadronisce delle materie coloranti, lascia gli acidi biliari, filtrando, aggiungendo un po' di albumina al filtrato e un po' di acido acetico, scaldando all' ebollizione, filtrando di nuovo, lavando il coagulo albuminoso, il quale sarà incoloro e da cui si potrà, mediante l' alcol bollente, estrarre gli acidi biliari in condizione da poter presentare la reazione del Pettenkofer.

In altra mia pubblicazione (3) ho riferito, che, aggiungendo ad urina contenente acidi biliari un sale solubile di chinina, come il bisolfato, e meglio l' acetato neutro, si ottiene un intorbidamento più o meno forte a seconda della quantità di detti acidi, dovuto a formazione di glicocolato e tauroco-

---

(1) Ciò sarebbe in contraddizione con quanto afferma il Kulz, che cioè la reazione del Pettenkofer è data dal Levulosio e non dal Destrosio.

(2) Bull. Soc. Chimiq. de Paris. Nouvelle Serie, T. XLVII, pag. 297 - 1887.

(3) Sinossi dell' urina umana Tav. X., Piacenza, Tipografia editrice Giuseppe Tedeschi 1881.

lato di chinina insolubile. Nella formazione di questo precipitato si ha già una prova della presenza di quegli acidi. Ma questi non si possono in esso dimostrare colla reazione del Pettenkofer, perchè contiene anche le materie coloranti, che impediscono il manifestarsi in modo non dubbio di detta reazione. Miglior risultato si ottiene, dibattendo l' urina, in cui sta sospeso il precipitato, con etere acetico, che lo scioglie, evaporando l' etere e sul residuo praticando la più volte ricordata reazione. Ma si riesce ancor meglio nello scopo, dibattendo l' urina con solfuro di piombo, filtrando, aggiungendo il sale di chinina, dibattendo con etere acetico, ed operando per il resto, come si è detto. Si può anche all' urina, trattata con solfuro di piombo, filtrata ed addizionata del sale chinico, aggiungere il cloroforme, l' alcool assoluto e l'acqua nelle proporzioni indicate a proposito della ricerca della bilirubina e nel residuo della evaporazione della soluzione alcoolico-cloroformica praticare la reazione.

Concludendo, si potranno in una urina riconoscere le materie coloranti della bile, e specialmente la bilirubina non che gli acidi caratteristici di quella secrezione coi seguenti metodi.

La materia colorante si riconoscerà:

1.° Dibattendo l' urina con idrato d' alluminio, filtrando e lavando l' idrato, il quale sarà giallo, se la bilirubina non si sarà ancora trasformata in biliverdina: in caso contrario sarà verde o verde-azzurro; sull' idrato d' alluminio si otterranno poi la reazione dello Gmelin e le altre su esposte (1).

2.° Aggiungendo all' urina dell' albumina d' ovo e qualche goccia d'acido acetico, facendo bollire, filtrando, e lavando con acqua il coagulo albuminoso, il quale sarà di color giallo e si presterà inoltre per le altre reazioni cromatiche.

3.° Dibattendo l' urina con idrossido di rame, filtrando e lavando l' idrossido indisciolto, il quale presenterà colorazione verde.

4.° Aggiungendo infine all' urina del cloroforme, poi dell' alcool assoluto fino a soluzione del cloroforme stesso, e per ultimo dell' acqua senza agitare. Il cloroforme, tenente in soluzione dell' alcool e la materia colorante biliare, precipita colorato in giallo; evaporando la soluzione alcoolico-cloroformica si otterrà un residuo, dal quale si avranno le solite reazioni.

---

(1) L' Ulzmann per conoscere la bilirubina propone di agitare l' urina con soluzione di potassa caustica e di aggiungere acido cloridrico, il quale vi fa sviluppare colorazione verde. Ora, impiegando potassa affatto pura, questa reazione non avviene, ma solo quando la potassa che si adopera è impura: fra le impurità essa contiene quasi sempre piccola quantità di nitrito, il quale per azione dell'acido cloridrico, svolge acido nitroso, causa, come abbiamo visto, della trasformazione della bilirubina in biliverdina e del conseguente color verde che assume l' urina. La potassa caustica adunque non è per se stessa capace di dare quella reazione.

Se l' urina contenesse piccola quantità di pigmenti biliari si otterrebbero gli stessi risultati, concentrandolo prima a piccolo volume.

Per quanto riguarda la ricerca degli acidi biliari, questa potrà esser fatta nel modo seguente. Si dibatte l' urina (circa cmc. 60) con solfuro di piombo, in quantità sufficiente per decolorarla affatto. Si filtra, si lava ed il filtrato si riduce mediante evaporazione a circa cmc. 20; si divide il liquido in due parti eguali; ad una si aggiunge albumina poi qualche goccia di acido acetico, il quale vi produrrà intorbidamento: si scalda all' ebollizione, si filtra, lavasi il coagulo albuminoso che si fa bollire con alcool assoluto. La soluzione alcoolica evaporata lascierà un residuo che, convenientemente trattato, darà la reazione del Pettenkofer. All' altra metà si aggiunge della soluzione satura di acetato di chinina che vi produrrà precipitato, poi del cloroforme e dell' alcool in proporzione sufficiente per sciogliere quest' ultimo, ed infine dell' acqua. Il cloroforme, contenente alcool, che si separa, evaporasi a secchezza per ottenere dal residuo la reazione del Pettenkofer.

SULLA TEORIA DELLO STEREOSCOPIO

NOTA

DEL

PROFESSOR AUGUSTO RIGHI

(Letta nella Sessione del 14 Febbraio 1892).

Mentre le immagini stereoscopiche (disegni o fotografie) presentano un rilievo evidentissimo quando si guardano collo stereoscopio, o quando in altro modo si ottenga la loro fusione binoculare, è rarissimo il caso di trovarne di quelle che mostrino gli oggetti rappresentati colle loro vere dimensioni. È mio scopo l' enunciare in questa Nota le condizioni che devono essere soddisfatte onde la riproduzione stereoscopica sia la più fedele possibile.

È anzi tutto da osservare che onde nella visione collo stereoscopio apparisse l'oggetto esattamente al vero, converrebbe, non solo che per ciascun punto dell'oggetto apparente la convergenza delle visuali fosse la stessa che quando si guarda direttamente l'oggetto vero, ma anche che nei due casi fosse identica l'accomodazione degli occhi. Ora, mentre si può, come si vedrà, soddisfare alla prima condizione, non è possibile soddisfare alla seconda. Infatti l'accomodazione varia per i vari punti dell'oggetto reale, se questi punti sono a distanze diverse dall'osservatore, mentre invece quando si ottiene la fusione delle due immagini coniugate, l'accomodazione è sensibilmente la stessa per tutti i punti dell'oggetto apparente. La perfezione massima che si potrà ottenere nella riproduzione stereoscopica di un oggetto a tre dimensioni si avrà dunque quando la convergenza delle visuali è per ogni punto mantenuta la stessa. L'accomodazione avrà intanto un medesimo valore per tutti i punti dell'oggetto visto nello stereoscopio. Per un paesaggio quest'accomodazione potrà essere quella che ha luogo per i punti infinitamente lontani, il chè corrisponde all'assenza completa di sforzo accomodativo per un occhio normale. Nel caso invece d'un oggetto le cui varie parti sono a distanze dall'osservatore non molto

diverse, sarà bene che l'accomodazione degli occhi, allorchè si fondono le due sue immagini coniugate, sia uguale all'accomodazione che ha luogo per un punto medio dell'oggetto allorchè lo si osserva direttamente.

Non teniamo conto pel momento della diversità di accomodazione, e vediamo quali condizioni debbono essere soddisfatte, perchè almeno la convergenza delle visuali sia rettamente riprodotta per tutti i punti dell'oggetto che si vuol mostrare collo stereoscopio.

Si prendano tre assi ortogonali aventi l'origine nel punto di mezzo della retta che unisce i due centri OO' dai quali si proiettano sopra un piano le due prospettive dell'oggetto, destinate ad essere osservate nello stereoscopio. La distanza fra questi due centri di proiezione la chiameremo $2D$, mentre diremo $2d$ la distanza fra i due occhi dell'osservatore. Siccome la retta che unisce gli occhi di un osservatore nelle condizioni usuali è orizzontale, così si usa prendere i detti due centri sopra una stessa orizzontale; supporremo pure, sempre per rimanere nelle condizioni usuali, che il piano su cui si disegnano le due prospettive sia verticale e parallelo ad OO'. Sia b la sua distanza dai due centri. Prenderemo l'asse delle x in modo che passi pei due centri, e sia diretto verso il centro di destra O. L'asse delle y lo prenderemo anch'esso orizzontale e diretto verso l'oggetto. Per conseguenza sarà perpendicolare al piano delle prospettive. Infine l'asse delle z sarà verticale e lo assumeremo diretto dal basso all'alto.

Naturalmente, se ad ottenere le due prospettive coniugate si adopera la fotografia, $2D$ sarà la distanza fra i centri dei due obbiettivi, e b la distanza fra questi e la lastra sensibile.

Siano $X_0 Y_0 Z_0$ le coordinate di un punto M_0 dell'oggetto, xyz quelle della sua prospettiva m presa dal centro di destra, $x'y'z'$ quelle della prospettiva m' di M_0 presa dal centro di sinistra.

Evidentemente sarà $y = y' = b$; e siccome i punti M_0, m, O sono in linea retta come pure i punti M_0, m', O', si avrà:

$$\frac{X_0 - D}{x - D} = \frac{X_0 + D}{x' + D} = \frac{Y_0}{y} = \frac{Z_0}{z} = \frac{Z_0}{z'},$$

e quindi:

$$(1) \qquad \begin{cases} x = \frac{b}{Y_0}(X_0 - D) + D, & x' = \frac{b}{Y_0}(X_0 + D) - D, \\ y = y' = b, & z = z' = b\frac{Z_0}{Y_0}. \end{cases}$$

Queste formole fanno conoscere le coordinate delle prospettive di un punto, in funzione di quelle del punto stesso. Risolvendole rispetto ad X_0, Y_0, Z_0, si ha reciprocamente:

$$(2)\qquad X_0=\frac{D(x+x')}{2D-x+x'},\qquad Y_0=\frac{2Dy}{2D-x+x'},\qquad Z_0=\frac{2Dz}{2D-x+x'},$$

e queste formole fanno conoscere la posizione del punto M_0 in funzione delle coordinate delle sue due prospettive. Formole equivalenti alle (2) furono già date da Helmholtz nella sua Ottica fisiologica.

Ciò posto, supponiamo che le due prospettive siano messe in uno stereoscopio. Per maggiore generalità supporremo che la distanza b_1 fra esse e le due lenti dell'istrumento sia differente da b, e che inoltre la distanza fra le due immagini coniugate non sia la stessa di quella alla quale si trovavano quando furono ottenute, ma che invece tale distanza siasi aumentata di $2a$, e cioè ogni immagine sia stata allontanata della quantità a dal piano yz. Un tal aumento di distanza quasi sempre è necessario onde evitare che le due immagini restino in parte sovrapposte.

Supporremo l'osservatore posto precisamente nella posizione dalla quale si presero le due immagini, di guisa che il punto di mezzo della retta che unisce i suoi due occhi sia nell'origine delle coordinate. Siccome non è possibile far coincidere questa retta con quella che unisce i centri ottici delle due lenti, così supporremo che queste due rette, parallele e poste in uno stesso piano orizzontale, distino di una quantità ω. La distanza fra gli occhi e le due prospettive sarà dunque $b_1+\omega$. Sia f la distanza focale delle lenti dello stereoscopio e $2l$ la distanza dei loro centri. Determiniamo le coordinate XYZ del punto M che appare dalla fusione delle due prospettive m, m' del punto M_0, viste attraverso lo stereoscopio.

Anzitutto i punti m ed m' occupano ora nuove posizioni che diremo $m_1 m'_1$. Le loro coordinate, che diremo $x_1 y_1 z_1$, $x'_1 y'_1 z'_1$, saranno le seguenti:

$$(3)\qquad x_1=x+a,\ y_1=b_1+\omega,\ z_1=z;\qquad x'_1=x'-a,\ y'_1=b_1+\omega,\ z'_1=z.$$

Il punto m_1 è visto adesso attraverso alla lente di destra, che ne dà un'immagine virtuale m_2 di coordinate $x_2 y_2 z_2$, ed il punto m'_1 è visto colla lente di sinistra, che ne dà un'immagine virtuale m'_2 di coordinate $x'_2 y'_2 z'_2$. Essendo in linea retta il centro ottico della lente di destra (le cui coordinate sono l, ω, 0), il punto m_1 ed il punto m_2, si avrà:

$$\frac{x_2-l}{x_1-l}=\frac{y_2-\omega}{y_1-\omega}=\frac{z_2}{z_1},$$

e per la formola delle lenti:

$$y_2 - \omega = \frac{(y_1 - \omega)f}{f - y_1 + \omega}.$$

Se ne ricava:

$$(5) \quad \begin{cases} x_2 = l + \dfrac{f(x_1 - l)}{f - y_1 + \omega}, \\ y_2 = \omega + \dfrac{f(y_1 - \omega)}{f - y_1 + \omega}, \\ z_2 = \dfrac{fz_1}{f - y_1 + \omega}, \end{cases} \quad \text{ed analogamente:} \quad \begin{aligned} x'_2 &= -l + \frac{f(x'_1 + l)}{f - y_1 + \omega}, \\ y'_2 &= y_2, \\ z'_2 &= z_2. \end{aligned}$$

Si può quindi far astrazione dallo stereoscopio, e supporre che i due occhi guardino rispettivamente i punti m_2 ed m'_2. Per avere le coordinate XYZ del punto M proveniente dalla fusione binoculare di m_2 ed m'_2 bisognerà quindi far uso delle formole (2), scrivendo naturalmente XYZ al posto di $X_0Y_0Z_0$ ed $x_2y_2z_2x'_2y'_2z'_2$ al posto di $xyzx'y'z'$, come pure d al posto di D. Si ha dunque:

$$X = \frac{d(x_2 + x'_2)}{2d - x_2 + x'_2}, \quad Y = \frac{2dy_2}{2d - x_2 + x'_2}, \quad Z = \frac{2dz_2}{2d - x_2 + x'_2}.$$

Sostituendo in queste formole, ad $x_2y_2\ldots$ i loro valori dati dalle (4), poi introducendo successivamente quelli di $x_1y_1\ldots$ dati dalle (3), ed infine quelli di $xy\ldots$ dati dalle (1), si ottiene per ultimo:

$$(5) \quad X = \frac{bdfX_0}{bDf + KY_0}, \quad Y = \frac{d(b_1f - b_1\omega + f\omega)Y_0}{bDf + KY_0}, \quad Z = \frac{bdfZ_0}{bDf - KY_0},$$

essendosi posto per brevità:

$$(6) \qquad K = b_1(l - d) - f(D - d + a).$$

Queste formole, che danno le coordinate XYZ del punto M che apparisce nello stereoscopio in luogo del punto $M_0(X_0Y_0Z_0)$ che si era voluto rappresentare, opportunamente discusse, contengono tutta la teoria dello stereoscopio.

Se si vuole che ogni punto dell' oggetto apparente coincida colla sua vera posizione, occorre siano soddisfatte insieme le tre condizioni:

$$(7) \qquad d = D\,, \quad d(b_1 f - b_1 \omega + f\omega) = bDf\,, \quad K = 0\,,$$

la prima delle quali esprime che le due prospettive devono essere prese da due centri la cui distanza sia eguale alla distanza reciproca fra i due occhi. Questa condizione non è mai soddisfatta dalle fotografie stereoscopiche del commercio, le quali sempre vengono fatte o con un solo obbiettivo che si sposta fra una prova e l' altra d' una quantità $2D$ alquanto maggiore della distanza media fra gli occhi, o più spesso con una macchina a due obbiettivi i cui centri sono pure più lontani fra loro che non gli occhi d' una persona. Questa è la causa principale per cui le vedute stereoscopiche mostrano ordinariamente gli oggetti in dimensioni ridotte.

La seconda delle (7) si riduce a $b = b_1$, qualora si supponga soddisfatta la prima, e si trascuri ω di fronte a b_1 ed f. Bisogna dunque che la distanza fra il piano delle prospettive e le lenti dello stereoscopio sia sensibilmente eguale a quella fra il piano del disegno e i due centri di proiezione, o, nel caso di fotografie, fra gli obbiettivi e la lastra sensibile.

Dalle formole (5) si deduce facilmente a che si riduca l'effetto delle due lenti dello stereoscopio. Si ponga infatti $b_1(l - d) = f\alpha$ e quindi $K = -f(D - d + a - \alpha)$. Le (5) divengono:

$$X = \frac{bdX_0}{bD - Y_0(D - d + a - \alpha)}\,, \quad Y = \frac{d\left(b_1 - \frac{b_1}{f}\omega + \omega\right)Y_0}{\cdots\cdots\cdots\cdots}\,, \quad Z = \frac{bdZ_0}{\cdots\cdots\cdots}\,;$$

Se d' altra parte si fà nelle (5) $f = \infty$, ossia si sopprime lo stereoscopio, si ha:

$$X = \frac{bdX_0}{bD - Y_0(D - d + a)}\,, \quad Y = \frac{d(b_1 + \omega)Y_0}{\cdots\cdots\cdots}\,, \quad Z = \frac{bdZ_0}{\cdots\cdots}\,.$$

Se si trascura ω e si cambia a in $a - \alpha$, si cade nelle formole precedenti. Il ché vuol dire che, astrazione fatta dall' essere gli occhi un po' indietro dalle lenti, queste fanno lo stesso effetto di un semplice avvicinamento reciproco 2α delle due prospettive. Siccome le due prospettive possono riuscire sovrapposte in parte, così si è costretti ad allontanarle di una quantità $2a$ per separarle. Lo stereoscopio ha per effetto di compensare questo spostamento, se la distanza reciproca delle sue lenti $2l$, la

loro distanza focale f e la distanza b_1 fra esse e le due prospettive sono tali che si abbia $fa = b_1(l - d)$.

Se $b_1 = f$, cioè se si guardano le prospettive in modo che le immagini che di esse formano le lenti dello stereoscopio siano a distanza infinita, si ha semplicemente $a = l - d$, e cioè l' allontanamento reciproco da darsi alle due prospettive è eguale alla differenza che passa fra la distanza dei centri delle lenti e la distanza dei due occhi.

In questa ipotesi di $b_1 = f$ le (7) si riducono a

$$d = D, \quad b = b_1 = f, \quad a = l - d,$$

dalle quali è sparito ω. Se dunque si prendono b e b_1 eguali ad f, D eguale a d, ed a eguale ad $l - d$, l' oggetto apparente coinciderà col reale, qualunque sia la distanza alla quale si tengono dagli occhi le lenti dello stereoscopio. È chiaro che tutti i punti dell' oggetto apparente, anche i più vicini, saranno visti senza sforzo accomodativo, ossia cogli occhi accomodati per distanza infinita. Ma siccome nella visione binoculare la percezione delle distanze si basa principalmente sulla convergenza delle visuali, così, essendo questa esattamente riprodotta, si avrà con la massima possibile perfezione l' effetto stereoscopico cercato. In tali circostanze le vedute di paesaggi riescono di una evidenza senza pari.

Sarebbe dunque desiderabile che i fabbricatori di stereoscopi addottassero un valore fisso di f ed una distanza fissa $2l$ delle lenti, e che la distanza fra queste e le figure o fotografie fosse ancora f. Un osservatore miope non dovrebbe variare la distanza fra le lenti ed i disegni, ma correggere con occhiali il proprio difetto. D' altra parte bisognerebbe che i fabbricatori di vedute stereoscopiche si persuadessero ad adoperare macchine fotografiche i cui obbiettivi distino fra loro esattamente della distanza che esiste fra i due occhi (che poco varia nei diversi individui adulti), e che i detti obbiettivi avessero una distanza focale eguale precisamente ad f. La lastra sensibile verrà posta alla distanza f dagli obbiettivi, giacchè per un paesaggio, esclusi gli oggetti vicinissimi, e specialmente colle macchine moderne da istantanee, tutta l' immagine riescirà così abbastanza in fuoco.

Infine nell' applicare al cartone le due fotografie non bisognerebbe, come quasi sempre sino ad ora, procedere a caso, ma collocarle in modo che le due immagini di un punto infinitamente lontano siano ad una distanza reciproca eguale a $2d + 2a$, e cioè eguale precisamente a $2l$, distanza fra i centri delle lenti dello stereoscopio.

Se queste norme fossero generalmente addottate, una qualunque fotografia messa in un qualunque stereoscopio darebbe una visione esatta

dell' oggetto rappresentato, e cioé con dimensioni e distanze eguali al vero. Bisogna guardare un paesaggio nello stereoscopio in condizioni tali che le (7) sieno soddisfatte, per persuadersi di quanto é grande l' evidenza che cosí si ottiene, in confronto dell' effetto che generalmente si ha con una fotografia stereoscopica del commercio guardata con uno stereoscopio preso a caso.

Il caso di uno oggetto di dimensioni limitate, come un gruppo di persone, una macchina etc., merita d' essere considerato a parte. In questo caso, piuttosto che obbligare gli occhi ad accomodarsi per l' infinito mentre guardano nello stereoscopio, é naturalmente vantaggioso, come si é giá notato, fare in modo che la loro accomodazione sia quella che corrisponde alla distanza alla quale apparisce un punto medio dell' oggetto rappresentato. Oltre che le condizioni (7) bisognerá che sia soddisfatta questa altra, e cioé che l' immagine virtuale d' una delle due prospettive data dalla relativa lente dello stereoscopio si formi ad una distanza B dall' osservatore eguale alla distanza alla quale deve apparire l' oggetto.

Supponiamo che si tratti ancora di fotografie stereoscopiche e trascuriamo ω per semplicitá, nel qual caso la seconda delle (7) si riduce a $b_1 = b$, e sia F la distanza focale degli obbiettivi fotografici. Si avrá:

$$\frac{1}{b} + \frac{1}{B} = \frac{1}{F}, \quad \frac{1}{b} - \frac{1}{B} = \frac{1}{f},$$

da cui:

$$2Ff = B(f - F).$$

Si potrá quindi, data la distanza B scegliere F in modo che questa relazione sia soddisfatta, o viceversa.

Praticamente esiste peró un' altra condizione da soddisfare, relativa alla dimensione che devono avere le immagini fotografiche. Si voglia per esempio che il rapporto fra la grandezza dell' oggetto e quella della sua fotografia sia n. Sará allora $B = nb$. Con questa e le due precedenti relazioni si determineranno b, B ed F. Si trova:

$$b = f\frac{n-1}{n}, \quad B = f(n-1), \quad F = f\frac{n-1}{n+1}.$$

La prima di queste tre relazioni fa conoscere a qual distanza devono porsi dalle lenti dello stereoscopio le due fotografie coniugate; la seconda determina la distanza dell' oggetto da fotografare dagli obbiettivi; la terza la distanza focale che quest' ultimi devono possedere.

Se venissero generalmente addottate le regole esposte più sopra circa la costruzione degli stereoscopi da porsi in commercio, per servirsi di questi istrumenti anche pel caso attuale, bisognerebbe che in essi potesse variarsi la distanza fra le lenti e le fotografie, onde ridurre questa distanza al valore $b = f - \frac{f}{n}$. Esistono del resto di già stereoscopi a lenti mobili in questa maniera.

Vediamo per ultimo quali modificazioni presenta l' oggetto che apparisce nello stereoscopio in confronto dell' oggetto reale quando, come avviene d' ordinario, le condizioni (7) non siano soddisfatte, e lo sia solo qualcuna di esse. Consideriamo solo i casi principali seguenti.

a). Se delle (7) sono soddisfatte le due prime ma non la terza, vale a dire se la distanza reciproca delle due prospettive non ha quel valore che rende $K = 0$, si trae dalle (5):

$$\frac{X}{X_0} = \frac{Y}{Y_0} = \frac{Z}{Z_0}, \quad \frac{1}{Y_0} - \frac{1}{Y} = -\frac{1}{\varphi},$$

dove si è posto $\varphi = \frac{bdf}{K}$. L' oggetto apparente è dunque (come del resto fu già dimostrato da Helmholtz in un caso analogo) eguale all' immagine virtuale che dell' oggetto vero potrebbe fornire una lente divergente di distanza focale φ posta all' origine delle coordinate.

b). Supponiamo soddisfatte la prima e terza delle (7) ma non la seconda; in altre parole la distanza fra le due prospettive e le lenti dello steroscopio non ha il valore dovuto onde si abbia la visione esatta dell' oggetto rappresentato. Le (5) divengono:

$$X = X_0, \quad Y = Y_0 \frac{b_1 f - b_1 \omega + f\omega}{bf}, \quad Z = Z_0.$$

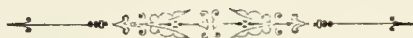
Le dimensioni dell' oggetto apparente nei vari piani verticali paralleli a quello delle prospettive sono dunque esatte; ma le distanze di questi piani dall' osservatore, e quindi anche il rilievo, sono ridotti in un certo rapporto, che diviene $\frac{b_1}{b}$ quando si supponga ω trascurabile.

c). Supponiamo infine soddisfatta la terza delle (7), ma che non lo sia la prima, e che invece della seconda si abbia $d(bf - b_1\omega + f\omega) = bdf$. Le (5) divengono $\frac{X}{X_0} = \frac{Y}{Y_0} = \frac{Z}{Z_0} = \frac{d}{D}$.

L'oggetto apparente è dunque in tal caso simile all' oggetto reale e si-

milmente posto. Se, come d'ordinario, $D > d$, invece dell'oggetto reale ne apparisce uno in iscala ridotta. Come si é notato, si suol fare $D > d$, per ottenere più marcate le differenze fra le due immagini coniugate; anzi, se inoltre si dà ad a un valore superiore a quello che soddisfa la terza delle (7), si ottiene un effetto di telestereoscopio, e cioé mentre un certo piano verticale dell'oggetto apparisce nella sua vera posizione, tutti gli altri si mostrano più staccati, donde esagerazione del rilievo. In tal caso neppure le proporzioni giuste sono conservate.

In conclusione, non si avrà una rappresentazione stereoscopica esatta che quando siano in pari tempo soddisfatte le tre relazioni (7). Mancando alla prima di esse, per esempio facendo $D > d$, si otterrà generalmente una rappresentazione in scala ridotta.

Alcune delle proprietà qui dimostrate sono implicitamente contenute in una Memoria nella quale si tratta della teoria del mio Polistereoscopio (*). Ma ho creduto bene raccogliere e completare la teoria dello stereoscopio, ora che la fotografia istantanea lo rimette in voga, e più ancora in vista della importanza che esso é destinato a conquistare, sia per offrire la visione esatta di luoghi e di persone, sia per la perfetta riproduzione visuale di figure geometriche a tre dimensioni (**), di macchine, apparecchi ecc.

(*) « Sulla visione stereoscopica » *N. Cimento*, serie 2, vol. XIV, 1875.

(**) Così nelle tavole annesse ad una mia memoria del 1873 « Sulla composizione dei moti vibratori » (*N. Cimento,* 2ª serie, t. IX), per mostrare la forma delle traiettorie che si ottengono componendo tre moti vibratori ortogonali, disegnai due prospettive di ogni curva; dalla loro fusione stereoscopica si ha la percezione della traiettoria col giusto rilievo.

DI UN NUOVO APPARECCHIO

PER

L'INTERFERENZA DELLE ONDE SONORE

MEMORIA

del Professor **AUGUSTO RIGHI**

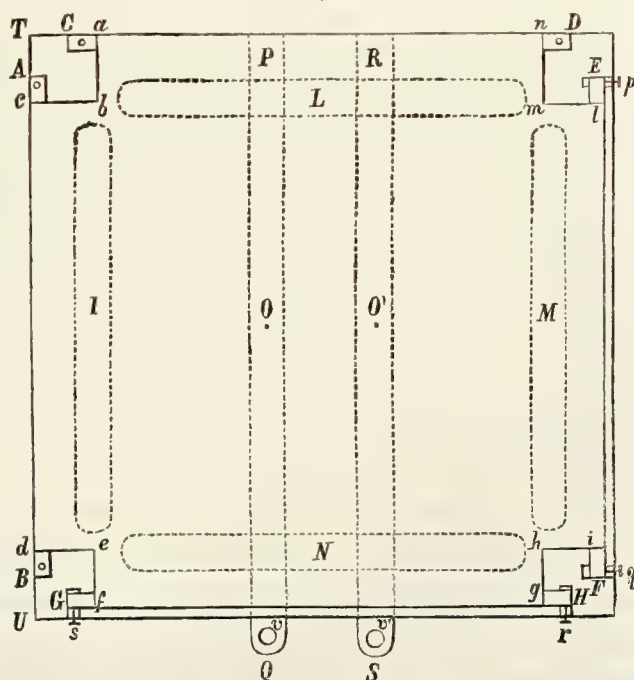
(Letta nella Sessione del 14 Febbraio 1892).

1. Descrizione dell' apparecchio.

Il corpo nel quale si propagano le onde sonore, che poi interferiscono, non è altro che un gran pezzo di tela di cotone (*) (Fig. 1) della forma *abcdefghilmn* (*an* = 90 cent. circa), fissata a quattro regoli di legno *AB, CD, EF, GH*. I quattro regoli sono sorretti da una larga cornice di legno; ma mentre i due *CD, AB,* sono a questa fissati, gli altri due *EF, GH* possono muoversi in direzione perpendicolare alla loro lunghezza per mezzo di viti a dado *p, q, r, s,* il chè permette di dare alla tela l'opportuna tensione, che però deve essere per quanto è possibile uniforme (**).

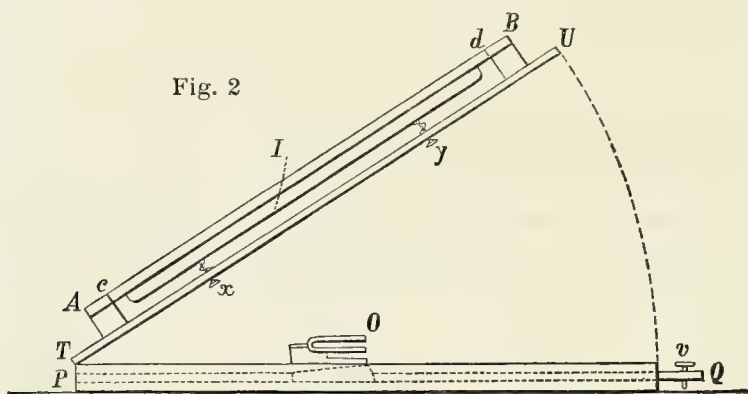
Fig. 1

Per far nascere nella tela delle onde sonore, basta toccarla con uno o più diapason tenuti a mano, e messi in vibrazione in un

---

(*) Ho verificato recentemente che meglio ancora della tela di cotone si comporta il coautchouc non vulcanizzato in foglio sottile ($1/2$ mm.) alquanto teso fra i regoli. Col coautchouc le figure d'interferenza riescono regolarissime. Di più, siccome la velocità di propagazione delle onde trasversali è, con tensioni convenienti, alquanto minore nel coautchouc che nella tela, così si ottengono linee di interferenza più fitte, il chè permetterebbe di far uso di diapason meno acuti.

(**) In vista di ciò i quattro regoli devono essere due a due paralleli, e la tela deve essere

modo qualunque, o meglio ancora con uno o più diapason elettrici, coi quali si dà maggior risalto alle esperienze. Della polvere (*) sparsa sulla tela mostrerà lo stato vibratorio delle varie sue regioni. Ma la sabbia disegnerebbe sulla tela un reticolato confuso di linee nodali, se non si cercasse d'impedire la riflessione delle onde al contorno. Servono a questo scopo quattro tavolette di legno *I*, *L*, *M*, *N*, coperte da un grosso strato di ovatta, e collocate sotto la tela verso i suoi quattro lati. Queste tavolette stanno dunque fra la tela e la larga cornice, sono spinte verso quella da molle ad elica, ma trattenute da viti a dado. In tal modo si può facilmente regolare la pressione da esse esercitata. Per virtù dei quattro cuscini di ovatta le onde sonore sono quasi completamente estinte allorchè giungono al contorno della tela, e non si riflettono.

Nella Fig. 2 è rappresentato l'intero apparecchio, visto di fianco. *TU* è la cornice, *AB* uno dei regoli (e cioè quello che è indicato colle stesse lettere nella Fig. 1), *I* uno dei cuscini, x, y, le viti con dado circondate dalle molle ad elica. Per non complicare la figura si sono ommessi gli altri regoli e gli altri cuscini, tanto più che di ciascuno non se ne sarebbero visti che due, e nella direzione della lunghezza.

Nella Fig. 2 la cornice è rappresentata in posizione inclinata. Essa diffatti costituisce, insieme alle parti già descritte dell' apparecchio, il coperchio di una grande scatola quadrata, alta pochi centimetri (**). La cornice può girare intorno ad uno dei suoi lati per mezzo di cerniere. Ciò rende facile il manovrare le viti x, y, quando occorra, il far cader la sabbia dalla tela, ma sopratutto il regolare i diapason elettrici, che sono collocati entro la scatola, e che coll' estremità d' una delle loro branche toccano la tela in punti O, O' (Fig. 1) situati verso il suo mezzo.

A seconda delle esperienze occorrono due diapason oppure uno solo. In quest' ultimo caso entrambi i diapason possono essere in vibrazione,

---

fissata ad essi secondo le direzioni dei fili che la costituiscono. Bisogna poi scegliere una tela priva affatto di colla o di *apparecchio*. La tela di lino ed altri tessuti non convengono, alcuni perchè in essi la velocità di propagazione delle onde è troppo grande, altri per mancanza di omogeneità ecc.

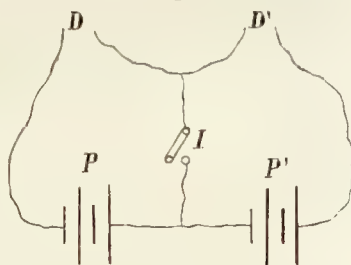
(*) La polvere di marmo, bianca o colorata, e a granelli d'uniforme grandezza, serve benissimo.

(**) Le figure 1 e 2 sono circa ad $1/5$ del vero.

ma uno di essi deve alquanto abbassarsi, onde allontanarlo dalla tela.

I diapason sono portati da due lunghe assicelle di legno PQ, RS, Fig. 1, e PQ Fig. 2, fissate alle estremità P ed R per mezzo di cerniere ad un lato della scatola, e riposanti alle estremità opposte per mezzo delle viti v, v'. È per mezzo di queste che si può a volontà sollevare od abbassare ognuno dei diapason, fare che non tocchi la tela, o farlo premere su questa al grado voluto. I diapason, come O Fig. 2, che saranno descritti più innanzi, hanno le loro branche in uno stesso piano verticale, e sono leggermente inclinati in modo che una delle branche stesse tocchi la tela colla sua estremità. Essi sono messi in azione nel seguente modo.

La pila (Fig. 3) é divisa in due pile eguali P, P', poste in serie (in generale 8 coppie a bicromato) e formanti un unico circuito coi due diapason D, D'. Però, quando si chiude un tasto I, si stabilisce una comunicazione dal filo che va da un diapason all' altro, al filo che va da una pila all' altra. Con questa comunicazione le condizioni dell' esperienza sono praticamente le stesse, come se le pile P, P' formassero rispettivamente coi diapason D, D' due circuiti distinti ed indipendenti, mentre quando il tasto I si apre, le pile e i diapason formano un unico circuito. In questo caso se i due diapason sono all' unisono o assai prossimi all' unisono, essi funzionano bene, ed anzi si ottiene questo risultato, e cioé che se non sono all' unisono vi si mettono, influendo l' uno sull' altro. Siccome qualche lieve alterazione nel numero delle vibrazioni dei diapason è inevitabile, per esempio in causa della pressione della tela sulla loro branca superiore, così si aprirà il contatto I ogni volta che si avrà bisogno di due centri di vibrazione perfettamente concordanti.

Fig. 3

2. Disposizione data ai diapason elettrici.

Gli ordinari diapason elettrici danno numeri di vibrazioni relativamente piccoli, e per ciò la lunghezza d' onda sulla tela riesce troppo grande. Conviene dunque far uso di diapason più acuti. Il *do* di 256 vibrazioni complete serve benissimo; ma é possibile, colla disposizione da me addottata, mantenere in vibrazione, e con sufficiente ampiezza, anche il *do* di 512 vibrazioni.

Il modo nel quale ho costruiti i diapason elettrici pel mio apparecchio permette d' impiegare i diapason del Koenig che quasi ogni gabinetto

possiede, senza alterarli menomamente, come pure di sostituirli prontamente l'uno all'altro nella stessa montatura.

Il diapason *ABD* (Fig. 4) è fissato in un blocco metallico *E* per mezzo del dado *C*, in modo che le sue due branche *A* e *B* sieno una sotto l'altra, e che la superiore sorpassi in altezza tutte le altre parti dell'istrumento. Il blocco *E* può poi spostarsi orrizzontalmente e fissarsi ove più piace col dado *F*, che ingrana in una vite fissata ad *E* e passante per una fessura *f* praticata nella tavoletta verticale *UVZ*. Quest'ultima è portata dalla base *XY* essa pure in legno, ma internamente cava, come si dirà più oltre.

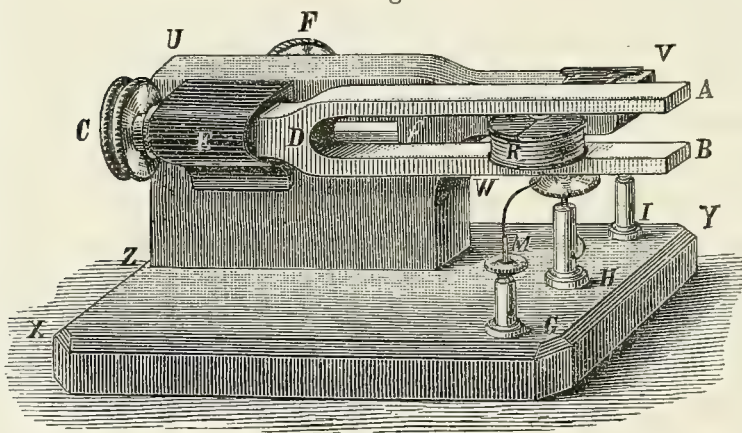



Fig. 4

A mantenere le vibrazioni del diapason serve il rocchetto *R* posto fra le branche e fissato all'estremità *V* della tavoletta verticale. Esso è metallico, ma tagliato secondo un piano passante per l'asse, onde non nascano nel metallo correnti indotte, riempito con un filo di rame di circa 0,6 mm. di diametro, e nel centro contiene, non già una sbarretta di ferro, ma un fascetto di fili di ferro elettricamente isolati fra loro.

Presso il lato di destra della tavoletta di base sono fissati i tre pezzi d'ottone *I, H, G,* il primo e l'ultimo dei quali comunicano colle estremità del filo del rocchetto. Il pezzo *I* non è che un serrafilo destinato a ricevere uno dei reofori della pila; quello medio serve pure da serrafilo e riceve l'altro reoforo della pila, ma porta in alto una vite a larga testa che sostiene un dischetto di platino orizzontale. Infine, il pezzo *G* sostiene una leggerissima molla da orologio *M*, collegata col diapason, e terminante con un pezzetto di platino che tocca il disco dello stesso metallo. È fra questi due pezzi di platino che s'interrompe la corrente ad ogni vibrazione del diapason.

La molla *M* è rappresentata in grandezza naturale, vista nella direzione da *B* verso *D*, nella Fig. 5. In questa figura vedesi in *ML* la molla, in *L* il pezzetto di platino ad essa fissato ed in *p* il disco annesso al pezzo *H* della Fig. 4. La molla è collegata al diapason per mezzo della staffa *abcde*, che è di sottilissima lastra d'ottone, saldata in *ab* alla molla, mentre in *e* ha una piccola fenditura orizzontale per la quale passa

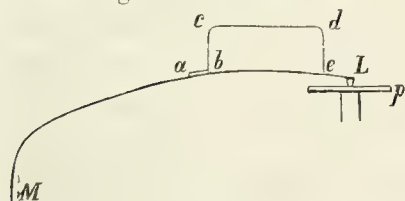



Fig. 5

la molla stessa. Quando la branca inferiore del diapason è introdotta in *bcde*, il tratto *be* della molla mantiene la staffa ad esso aderente. La molla e la staffa sono così leggere che il numero di vibrazioni del diapason non è alterato per la loro presenza che di una frazione di vibrazione. Intanto, con tre o quattro coppie a bicromato il diapason di 256 vibrazioni vibra con un'ampiezza di ben due millimetri.

Con una tal intensità di corrente si formerebbero però fra la molla ed il disco di platino delle scintille così vivaci, da alterare in breve tempo i pezzi del contatto. Ma ho riparato a tal inconveniente mettendo i pezzi *G* ed *H* in comunicazione colle armature di un condensatore, precisamente come si usa fare pei rocchetti d'induzione. Il condensatore è collocato entro la tavoletta di base *XY* (Fig. 4) che appunto per ciò è cava internamente, ed è formato con 45 foglietti di stagnuola lunghi 160 mm. e larghi 76 mm. intercalati con foglietti di carta velina verniciata alla gomma lacca. Coll'aggiunta del condensatore il diapason può essere tenuto a lungo in vibrazione senza inconvenienti, anche impiegando una forte corrente.

Volendo cambiare diapason, non si ha che a levare la molla *M* dal morsetto *G* che la sostiene, togliere il dado *C* ed infine levare la molla dal diapason. Se il nuovo diapason che si sostituisce al primo è più corto, il pezzo *E* viene spostato verso destra quanto occorre.

Mi sono dilungato nel descrivere i diapason elettrici da me impiegati perchè mi sembra che la disposizione addottata sia molto raccomandabile, giacchè con essa ognuno può adoperare come diapason elettrici i diapason usuali di cui si trova in possesso.

3. Esperienze.

Se dopo aver sparso uniformemente sulla tela della sabbia o della polvere di marmo, la si tocca al di sopra con un diapason vibrante, o meglio al di sotto con uno dei diapason elettrici già descritti, sollevandolo finchè la sua branca superiore tocchi la tela, vedesi saltellare la sabbia su tutta la superficie di questa, senza che si accumuli troppo presto in certi luoghi. Se si formano subito linee nodali, ciò prova che i cuscini d'ovatta non compiono bene il loro ufficio, e conviene modificare la loro pressione sulla tela.

Lo scuotimento prodotto dai diapason genera nella tela delle onde trasversali, che si propagano sino al contorno, ove si estinguono per effetto dell'attrito prodotto daï cuscini. Ma si faranno nascere linee d'interferenza ed onde stazionarie, facendo in modo che al detto sistema di onde se ne aggiunga un secondo, come appunto accade nelle esperienze seguenti.

a). Un regolo di legno é messo in contatto della tela, dalla faccia inferiore. Le onde circolari generate dal diapason si riflettono allora lungo il regolo, e dal comporsi delle onde riflesse colle dirette nascono delle linee di interferenza, nelle quali si accumula la sabbia. Queste linee hanno, come é noto, la forma di iperboli (Fig. 6, *a*) (*) con un fuoco nel centro di scuotimento, e coll'asse reale perpendicolare alla retta riflettente. La loro distanza reciproca, lungo la perpendicolare abbassata dal centro di vibrazione su questa retta, é, nel mio apparecchio e col diapason di 256 vibrazioni, di 25 mm. con una tensione media della tela. La lunghezza di onda è dunque di 5 centimetri, e la velocità di propagazione delle onde nella tela, in tali condizioni, di 12 metri e 80 centimetri.

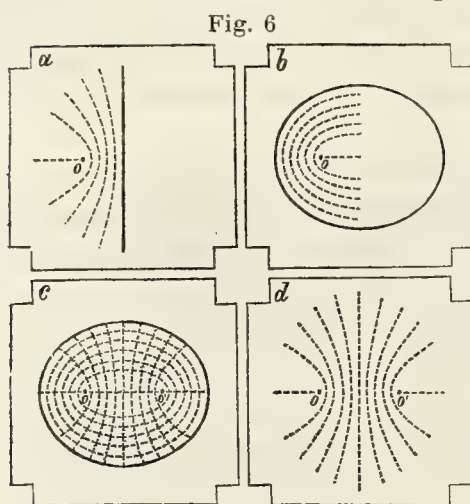



Fig. 6

b). Invece di far riflettere le onde sopra un ostacolo rettilineo, si puó farle riflettere su un contorno d' altra forma. Nel caso della riflessione su una circonferenza, avente il centro nel punto ove la tela é toccata dal diapason, le linee d' interferenza sono altre circonferenze concentriche. Con un cerchio di legno o di ferro applicato contro la tela l' esperienza si realizza facilmente. Nel caso della riflessione su una elissi, in un fuoco della quale stia il centro di vibrazione, si ottengono linee d' interferenza elittiche coi fuochi coincidenti con quelli dell' elisse riflettente (Fig. 6, *b*).

Queste linee di sabbia in forma di elissi (**) si formano peró nettamente solo dalla parte del diapason vibrante. Presso l' altro fuoco dell' elisse riflettente la figura riesce confusa in causa della diminuzione d' ampiezza delle oscillazioni mano a mano che si allontanano dalla loro origine, come pure in causa di riflessioni successive.

Un contorno in forma di parabola, avente il fuoco nel punto ove il diapason vibrante tocca la tela, darebbe linee d' interferenza in forma di parabole aventi lo stesso fuoco e lo stesso asse etc.

(*) Per costruire le Fig. 6 *a*, *b*, *c*, *d*, che sono ad $1/_{40}$ circa del vero, si è per semplicità supposto che l'intervallo oo' sia multiplo della semionda, e inoltre che, nel caso delle Fig. 6, *c* e 6, *d*, non esista differenza di fase fra le vibrazioni dei due centri sonori oo'.

(**) Se indichiamo con O quello dei due fuochi in cui agisce il diapason, con O' l'altro fuoco, con p, p' le distanze d'un punto M della tela da essi, le vibrazioni partite da O giungono in M, o direttamente percorrendo la distanza p, e dopo una riflessione percorrendo una distanza $2a-p'$, in virtù della nota proprietà dei fuochi ($2a$ essendo l'asse maggiore dell'elisse). La differenza di cammino delle due vibrazioni interferenti è dunque $2a-p-p'$. Essa è costante se $p+p'$ è costante, cioè per tutti i punti d'una elissi avente gli stessi fuochi dell'elisse riflettente. Gli assi maggiori delle elissi d'interferenza differiscono successivamente di una lunghezza d'onda.

c). Se due diapason all' unisono toccano la tela nei due fuochi dell' elisse riflettente, si formano linee d' interferenza in forma di elissi ed altre, ortogonali alle prime, aventi forma di iperboli (Fig. 6, *c*). Le une e le altre hanno i fuochi in coincidenza con quelli del contorno elittico su cui avviene la riflessione delle onde (*). È nel caso attuale, come pure in quello dell' esperienza seguente *d*), che per assicurare la perfetta eguaglianza del periodo vibratorio dei due diapason devesi aprire il tasto *I* della Fig. 3.

d). Toccando la tela in due punti O, O' (Fig. 1) con due diapason all' unisono, la sabbia disegna subito le linee d' interferenza in modo nettissimo.

Si sa che le linee o frangie d' interferenza sono nel caso attuale iperboli coi fuochi nei due centri sonori (Fig. 6, *d*), e che lungo la retta che congiunge i due centri la distanza fra due linee d' interferenza successive è uguale alla mezza lunghezza d' onda.

e). Se i due diapason danno numeri di vibrazioni un po' differenti (il chè si può facilmente ottenere con due diapason di egual numero di vibrazioni fissando su uno di essi un pesetto), l' esperienza diviene veramente brillante. Si formano ancora le frangie d' interferenza in forma di iperboli come nell' esperienza precedente, ma queste frangie camminano con moto uniforme sulla tela, andando dal centro sonoro di maggior numero di vibrazioni, verso quello di minor numero. Lo spazio che le frangie percorrono ogni minuto secondo è eguale a tante volte l' intervallo di due successive, quant' è la differenza dei numeri di vibrazioni dei due suoni. Per un dato punto della tela passano dunque in un secondo tante frangie, quanto è il numero dei battimenti che nello stesso tempo l' orecchio ascolta.

Se il numero dei battimenti è piccolissimo, per esempio meno di uno

---

(*) Se si rappresenta con $\operatorname{sen}(2\pi Nt)$ la vibrazione del diapason posto nel fuoco O, sarà $\operatorname{sen}(2\pi Nt-\alpha)$ quella dell'altro diapason, se α è la differenza di fase fra le loro vibrazioni (dato che esista tale differenza di fase). In un punto M della tela che dista di p e p' da O ed O', la vibrazione risultante sarà:

$$\operatorname{sen}\left[2\pi N\left(t-\frac{p}{V}\right)\right]+\operatorname{sen}\left[2\pi N\left(t-\frac{2a-p'}{V}\right)\right]+\operatorname{sen}\left[2\pi N\left(t-\frac{p'}{V}\right)-\alpha\right]+\operatorname{sen}\left[2\pi N\left(t-\frac{2\alpha-p}{V}\right)-\alpha\right],$$

essendo $2a$ l' asse maggiore dell' elisse riflettente, e V la velocità delle onde. Questa espressione si può scrivere anche così:

$$4\cos\left[\frac{\pi N}{V}(2a-p-p')\right]\cos\left[\frac{\pi N}{V}(p-p')-\frac{\alpha}{2}\right]\operatorname{sen}\left[2\pi Nt-\frac{2\pi Na}{V}-\frac{\alpha}{2}\right].$$

Di qui si vede che massimi o minimi d' intensità si avranno per $p+p'$ e per $p-p'$ costanti cioè lungo elissi ed iperboli aventi gli stessi fuochi dell' elisse che riflette le onde. Queste linee tagliano l' asse maggiore ed intervalli di mezz' onda.

al secondo, si vedono semplicemente spostarsi sulla tela le linee di sabbia che disegnano i luoghi ove avviene interferenza, mentre gli intervalli fra tali linee restano sgombri di polvere. Se invece si hanno 4 o 5 battimenti al secondo od anche più, resta della sabbia su ogni parte della tela, ed i ventri di vibrazione, pur camminando uniformemente su di questa, restano distinti dal saltellare che in essi fa la sabbia a maggiore altezza. È in questo caso che l'esperienza diviene bellissima oltre che istruttiva.

I risultati di quest' ultima esperienza possono esprimersi con certe semplicissime formole che diedi altra volta. (*)

f) Se nel caso dell' esperienza *c*) i due diapason posti nei fuochi dell'elisse riflettente non sono perfettamente all'unisono, si ottiene ancora una figura di elissi ed iperboli omofocali (Fig. 6, *c*); ma mentre le elissi sono immobili, le iperboli camminano, come nel caso dell'esperienza *e*). Anche in tal caso il risultato è assai brillante (**).

In tutte queste esperienze le frangie d'interferenza si fanno più vicine le une alle altre aumentando il numero delle vibrazioni dei diapason. Così

(*) Vedi l'appendice alla fine della Memoria: *Sulla velocità della luce nei corpi trasparenti magnetizzati*. R. Acc. di Bologna 29 novembre 1877; *N. Cimento* 3ª serie, t. III, pag. 230, (1878).

(**) Se m ed n sono i numeri di vibrazioni al secondo dei due diapason posti nei fuochi O ed O', $2a$ l'asse maggiore dell'elisse riflettente, V la velocità delle onde, la vibrazione in un punto che dista p e p' da O ed O', è data da

$$\operatorname{sen}\left[2\pi m\left(t-\frac{p}{V}\right)\right]+\operatorname{sen}\left[2\pi m\left(t-\frac{2a-p'}{V}\right)\right]+\operatorname{sen}\left[2\pi n\left(t-\frac{p'}{V}\right)\right]+\operatorname{sen}\left[2\pi n\left(t-\frac{2a-p}{V}\right)\right]$$

scegliendo l'origine del tempo ad un istante nel quale in entrambi i fuochi la tela passa per la posizione d'equilibrio. Se si pone $m+n=2N$, $m-n=D$, la precedente espressione, dopo facili trasformazioni può scriversi:

$$2\left\{\cos\left[\frac{\pi m}{V}(2a-p-p')\right]+\cos\left[\frac{\pi n}{V}(2a-p-p')\right]\right\}\cos\left[\pi Dt-\frac{\pi N}{V}(p-p')-\frac{\pi Da}{V}\right]\operatorname{sen}\left[2\pi Nt-\frac{2\pi Na}{V}-\frac{\pi D}{2V}(p-p')\right]$$
$$+2\left\{\cos\left[\quad\text{»}\quad\right]-\cos\left[\quad\text{»}\quad\right]\right\}\operatorname{sen}\left[\quad\text{»}\quad\text{»}\quad\text{»}\quad\right]\cos\left[\quad\text{»}\quad\text{»}\quad\text{»}\quad\right].$$

L'intensità di tale vibrazione è eguale a 4 volte la seguente espressione:

$$\cos^2\left[\frac{\pi m}{V}(2a-p-p')\right]+\cos^2\left[\frac{\pi n}{V}(2a-p-p')\right]+$$
$$+2\cos\left[\frac{\pi m}{V}(2a-p-p')\right]\cos\left[\frac{\pi n}{V}(2a-p-p')\right]\cos\left[2\pi Dt-\frac{2\pi N}{V}(p-p')-2\pi\frac{Da}{V}\right]$$

dalla quale risulta dimostrata la forma elittica delle linee d'interferenza fisse, e quella iperbolica delle linee d'interferenza mobili. Lungo l'asse maggiore dall'elissi la velocità con cui si spostano le iperboli è $\frac{DV}{N}$.

per esempio, se mentre si producono le frangie dell' esperienza *a*) col diapason elettrico di 256 vibrazioni, si tocca la tela con un diapason di 512 vibrazioni, messo momentaneamente in vibrazione, si forma subito un nuovo sistema di frangie le cui distanze reciproche sono metá di quelle delle prime.

Aumentando o diminuendo la tensione della tela, cresce o cala la velocità delle onde, e le frangie d' interferenza si fanno più lontane o più fitte. Se si varia la tensione in una sola direzione, la tela diviene anisotropa, e le frangie cambiano forma. Basta del resto premere colla mano uno dei regoli ai quali la tela é fissata, per spostare e deformare le frangie. Per averle numerose la tela deve essere poco tesa, ma non sotto un certo limite, se nó esse riescono deformi. Questo limite é diverso per tessuti di varia natura, cosiché con alcuni bisogna dar loro molta tensione, e allora non si possono ottenere che poche frangie assai larghe.

Come si vede é assai facile il mostrare con questo apparecchio alcuni dei fenomeni più importanti dell' Acustica, di guisa che esso riesce utilissimo per l' insegnamento. È solo per questo che ho voluto descriverlo.

FETO UMANO

CON DUE MANDIBOLE SIMMETRICHE

(Hypognathus symmetricus).

OSSERVAZIONE

DEL PROF. CESARE TARUFFI

(CON UNA TAVOLA)

(Letta nella Sessione delli 14 Febbraio 1892).

Nel 1890 ebbi l' onore di presentare agl' illustri Accademici (V. Tom. X, pag. 323), lo scheletro d' una testa di vitello con due mascellari inferiori, paralelli, le cui branche interne erano rovesciate all' esterno della bocca *(Hypognathus antistrophus)*. E in quella occasione proposi un nuovo ordinamento per i casi finora cogniti di accrescimento d' una o due branche alla mandibola normale *(Pleo-hypognathus)* che mi obbligò a modificare la nomenclatura in uso; avvertendo che i casi appartenevano generalmente ai mammiferi domestici; rari essendo gli esempi nella specie umana.

Oggi posso offrire una nuova osservazione di doppia mandibola simmetrica, anche più rara della precedente, possedendo tre circostanze insolite che meritano di essere rilevate. La prima circostanza è quella che la mostruosità non appartiene ad un animale, ma ad un feto umano; la qual cosa potrebbe dirsi finora unica se non avessi rinvenuta la osservazione di Dana nel 1778, (lasciata in obblio, perchè non si collegava coi fatti cogniti) che si può interpretare analoga alla mia, e se non vi fosse un altro caso, descritto incompletamente dal Seiler nel 1882, che differisce dai due precedenti, essendo la seconda mandibola pressochè adagiata internamente alla normale. In ogni modo questi tre fatti dimostrano che la duplicità *simmetrica* della mandibola non è una eventualità propria di certi animali superiori (vitello, pecora, maiale e gatto), ma che può anche accadere nella specie umana.

La seconda circostanza risguarda la forma delle due mandibole, in quanto che le due branche vicine od interne non sono rovesciate anteriormente, come nel vitello ricordato, ma hanno la loro direzione naturale ri-

spetto alle laterali od esterne. Esse rimangono entro la cavità orale, colla loro parte posteriore od ascendente si ravvicinano fra loro e si attaccano al palato duro, alquanto a sinistra della linea mediana (Vedi fig. 2, 3). Colla parte anteriore le due branche interne raggiungono l' estremità corrispondente delle due branche esterne e formano la sinfisi dei due menti, i quali sono divergenti fra loro. Per tale disposizione il caso presente può bensì comprendersi nella specie che abbiamo chiamata *Hypomesognathus*, ma differisce dagli esempi altrove raccolti (1), poiché in questi le branche interne o soprannumerarie erano più o meno asimmetriche e deformate, eccetto che nel vitello di Bartels, in cui le due mandibole avevano la disposizione simile a quella del nostro feto (loc. cit. pag. 113, Oss. 3ª). Per tale differenza nei singoli casi è d'uopo ammettere due varietà dell'*Hypomesognathus*: una *asimmetrica* (2), l'altra *simmetrica*, ed ambedue assai rare.

La terza circostanza è certamente la più importante, poiché, mentre si aveva la serie continua delle duplicità cefaliche di maggior importanza, rimaneva una lacuna fra le duplicità simmetriche di minor grado della faccia (cioè fra i casi che avevano soltanto duplicati i mascellari inferiori, mentre la faccia ed il resto del corpo apparivano semplici) ed altri casi che presentavano ancora due bocche e spesso due nasi; sicché mediante la presente osservazione vi sono gli esempi di tutti i gradi di duplicità fino al punto d'avere due teste distinte (*Dicephalus*). Tale serie, essendo continua, permette d' applicare la stessa dottrina in ogni caso; ci lascia quindi ritenere che nel nostro mostro in origine le due estremità cefaliche fossero nella stessa direzione ed a contatto lateralmente fra loro, e che la pressione reciproca in seguito all' accrescimento abbia distrutte le due metà a contatto. Bisogna pur anche ammettere che la causa la quale produsse l' involuzione delle parti vicine ravvicinò e fuse insieme le due parti esterne sì da risultarne alla superficie una testa unica; la qual cosa però non si è verificato nell'*arco mascellare* degli embriologi, godendo esso di maggiore libertà.

La condizione anatomica che permette tale induzione, consiste nella presenza non solo dei due mascellari inferiori, ma ben anche di un osso sovrapposto e distinto dal palato, che ne imita la forma sebbene in proporzioni minori, e che ai lati possiede i germi dentari, in guisa da non

(1) Taruffi C. — *Storia della Teratologia*, Tom. III, pag. 110 e 515.

(2) Gli esempi cogniti di *duplicità asimmetrica* della mandibola sono due. Uno è di Willy Mayer, in cui vi era una seconda mandibola irregolare nel lato esterno d' una branca normale della mandibola d' una giovinetta (*Langenbeck' s Archiv.* Bd. 29, Heft 3; 1883. — Taruffi, Tom. IV, pag. 516). L'altro caso appartiene a Lannelongue, ed in questo trattavasi d'un tumore interposto alla sinfisi del mento, costituito da una mandibola soprannumeraria. (*Annales génér. de Méd.* 1883 Avril, pag. 394. — Taruffi, Tom. III, pag. 116, Oss. 7ª).

potersi dubitare che si tratti di due mascellari superiori imperfetti e deformati specialmente a destra. Altrettanto non può dirsi della parte mediana dell' osso, mancando dei germi dentari; e, poichè dietro al margine inferiore-anteriore della medesima parte si attaccano i condili delle branche interne dei mascellari, così nasce l' idea che essa rappresenti i rudimenti articolari dei due temporali, i quali in origine erano a contatto fra loro.

Ammessa questa interpretazione, volendo poi spiegare come i due mascellari superiori soprannumerari, continui a due frammenti dei temporali avessero presa tale posizione, bisogna supporre che questi frammenti insieme ai mascellari suddetti, o meglio i germi di queste parti, in causa della pressione bilaterale siano discesi fra i due mascellari superiori normali e cresciuti sotto i medesimi.

OSSERVAZIONE 1.ª — **Dana J. Pietro Maria**, prof. di Botanica a Torino. *Feto ottimestre, in cui la mascella inferiore era immobile, l' uvula sporgente ecc.* Mém. de l' Acad. des Sciences. Turin 1788, pag. 303, con fig.

Questo feto aveva la bocca aperta, che niuna forza poteva chiudere. Dalla medesima sporgeva una produzione simile alla lingua, riconosciuta poscia per l' ugola ipertrofica, la quale nella sua parte media posteriore ed inferiore era attaccata alle ossa, e quindi non si poteva smuovere. Difatto si rinvenne e fu estratto al di dietro della suddetta produzione un osso preternaturale, che dalla media parte degli ossi palatini posteriori andava ad infiggersi nella parte posteriore e mediana della mascella inferiore, e perciò rimaneva immobile. Questo setto, o lamina preternaturale, aveva una figura piana irregolare ed era largo nella sua parte media 2 linee, nella estremità inferiore 6, nella superiore 4; la lunghezza eguagliava un pollice e mezzo. La di lui posizione somigliava a quella del vomere, poichè, situato al di dietro della produzione (uvula), divideva la cavità della bocca in due parti eguali. Questo setto si univa in alto solidamente colla sutura mediana della porzione quadrata delle ossa palatine, senza che queste fossero di molto divaricate, ed esso fosse continuo colle medesime, oppure potesse ritenersi per una produzione del vomere; inferiormente poi, s' inseriva alla sinfisi interna del mento, articolandosi con questa immediatamente, ed impediva del tutto l' elevazione della mascella inferiore. Il setto or ora descritto veniva ricoperto dal proprio periostio, da carne spugnosa simile all' ugola ipertrofica, e dalla membrana propria del palato osseo.

Tre vescicole idatidee poste a sinistra della produzione linguiforme, ed una quarta a destra e sporgente dalla cavità orale, pareva otturassero quasi del tutto l' apertura della bocca, in modo che l' interna cavità della medesima non poteva essere veduta. Queste vescicole nascevano dal luogo ove dovevano esistere le due amigdale.

Amendue le mandibole portavano le impronte degli alveoli; e la sinfisi della mascella inferiore internamente non era unita del tutto, ma lasciava un pertugio di due o tre linee, ricoperto nelle due parti da cartilagine, il quale riceveva l' estremità articolaia dell' osso preternaturale.

Entro la bocca vi era nascosta la lingua, la quale era bifida, senza frenulo, i cui apici liberi si scostavano in corrispondenza dell' osso mediano e giacevano tra questo e la branca corrispondente della mascella. La base era sostenuta dall'osso joide normale.

Osservazione 2.ª — **Seiler P.** di Pomerania. *Ein Beitrag zur Casuistik der Missbildungen.* In. Diss. Berlin 1882, s. 14.

Dietro al corpo della mascella inferiore (non si dice a chi appartenesse tale mascella) si trova una produzione ossea congiunta alla spina mentale interna, e separata lateralmente dalla mascella, ove raggiungeva gli angoli mandibolari. Questa produzione era alta 4 mill. e grossa 1 mill., di cui le due metà descrivevano il medesimo angolo della mandibola inferiore (l'Autore allude all'angolo corrispondente alla sinfisi) e rappresentavano la forma del mascellare con piccoli condili cartilaginei. Sul margine superiore vedevansi piccole protuberanze puntute, le quali erano separate dai precedenti condili per una infossatura poco profonda. In ciaschedun lato della superficie interna si scuopriva l'ingresso d'un canale analogo al foro mandibolare.

Osservazione 3.ª — **Taruffi C.** *Preparato del Museo d'Anatomia patologica di Bologna.* Ser. 2ª. N. 300.

Nacque morto nel 1889 in un Comune della Provincia di Bologna un bambino non del tutto maturo, il quale mancava in gran parte del cervello ed aveva la base del cranio convessa *(mero-acrania antero-mediana).* Presentava inoltre gli arti inferiori congiunti insieme nel modo ordinario dei *sirenomeli,* ed aveva la faccia (e più specialmente la bocca) di forma così singolare che ambidue meritano una particolare descrizione.

La cute della faccia si arrestava superiormente alle sopracciglia, e tosto appariva la base del cranio vestita dalla dura madre (fig. 1) con alcuni rudimenti cerebrali in prossimità alla regione occipitale. Notevole era la larghezza della faccia, misurando 7 cent. sotto il margine degli zigomi; ed in proporzione era pure la larghezza del naso, coi fori molto ampi, specialmente il sinistro. La bocca poi non solo si presentava oltremodo larga (6 cent.), ma alle sue due estremità laterali si prolungava in basso per 6 mill., coi margini forniti da grosso prolabio, formando un angolo con diversa apertura.

Per questi due prolungamenti laterali si penetrava liberamente con una sonda nel cavo orale, ma ciò non era possibile nella parte mediana della bocca, poichè ivi il labbro inferiore s'innalzava dietro il superiore e sembrava aderente al palato. Ciò non era vero (come poscia si vide) che dal lato sinistro, mentre dal lato destro esso, in forma di cordone, passava dietro l'intermascellare e penetrava nella rispettiva cavità nasale ove s'espandeva in forma di piccola clava rivolta in basso. La faccia inoltre presentava due tumefazioni cutanee circolari, grandi come un cent.; ognuna delle quali era sottoposta ad uno dei due prolungamenti della bocca ed era effetto della sporgenza d'un osso che rimaneva di dietro. Infine sul lato sinistro del mento si vedeva un piccolo tubercolo cutaneo, circondato da un lieve solco che poteva attribuirsi all'azione d'una aderenza amniotica.

Staccata la cute dal lato sinistro nella parte inferiore della faccia e staccato il labbro dal palato, con gran sorpresa trovai due mandibole assai grosse, ognuna delle quali aveva le branche alquanto ravvicinate posteriormente. Le sinfisi delle due mandibole erano fra loro divergenti e corrispondevano alle due tumefazioni suddette; le branche invece convergevano dal lato posteriore in guisa che le due interne si toccavano fra loro (V. fig. 2), spartivano in due la cavità orale, e per un buon tratto dividevano la lingua, rimanendo questa unica e grossa solo nella parte posteriore. Queste due branche poi s'articolavano superiormente, alquanto a sinistra della linea mediana della faccia, con un osso anomalo assai singolare; mentre le due branche esterne delle due mandibole s'articolavano come al solito coi due temporali del *mero-acranico.*

Quest'osso anomalo era arcuato, paralello ed inferiore al palato sinistro, da cui distava per pochi mill., e somigliava per la sua forma al medesimo. Esso era coperto tanto sopra quanto sotto da una mucosa, aveva anteriormente un orlo diretto in basso a guisa d'un processo alveolare. Oltrepassava a destra per 5 mill. la linea mediana

della faccia, e descriveva a sinistra un arco alquanto più stretto di quello del mascellare superiore e conteneva dei follicoli dentari. Nella porzione dell' arco sottoposta all' intermascellare non si rinvenne alcun follicolo, ed in corrispondenza del foro nasale sinistro essa mostrava una incisura perpendicolare. Ai due lati di questa e posteriormente all' orlo s' articolavano, come abbiamo annunziato, i due condili interni dei due mascellari inferiori. Per tali caratteri si può indurre che l' osso in discorso colla sua parte sinistra od esterna sia realmente un mascellare superiore soprannumerario, ma altrettanto non può dirsi della porzione che corrispondeva alla parte mediana della faccia; la quale porzione però si può sospettare che fosse formata da frammenti dei due temporali rimasti attaccati al mascellare suddetto.

Segata la testa nel piano sagittale ed osservata la superficie risultante nella metà sinistra della medesima (V. fig. 4), tosto riscontrammo i soliti caratteri della *meroacrania*, cioè che i due corpi dello sfenoide erano saldati fra loro e che la porzione basilare dell' occipite saliva quasi verticalmente sì da risultare l' angolo sfenoidale di 110° (meno di 41 gradi dalla media dei neonati) (1). Verificammo pur anche la mancanza di gran parte della volta cranica e del cervello, non rimanendo che una porzione dell' osso occipitale, la quale col suo tratto inferiore discendeva direttamente in basso, ravvicinandosi all' origine della porzione basilare, in guisa da risultare un cavo a forma di cono colla base in alto (in luogo della fossa posteriore della base del cranio), coperto dal periostio con pochi residui nervosi (V. fig. 4, *f*). In quanto al tratto superiore del frammento occipitale era esso rovesciato indietro (2). Notammo infine che il tratto di dura madre che andava dallo sfenoide posteriore alla porzione suddetta della squama occipitale era sdoppiato e conteneva fra le due lamine una rete vascolare assai ricca, involta da sangue. La lamina superiore poi era ingrossata, forse ancora per il concorso dell' aracnoide e la lamina inferiore aderente all' osso si continuava col periostio del cavo in forma piramidale.

Introducendo uno specillo nella narice sinistra, si giungeva liberamente nella faringe (V. fig. 4, *st*). Avanti però di continuare l' esame ricorderemo che il piano sagittale cadde alquanto a destra della linea mediana della faccia, sicchè le parti che si presentavano da questo lato appartenevano alla metà destra. Ora guardando alla direzione della volta del palato si rilevava che questa saliva alquanto posteriormente e finiva contro lo sfenoide posteriore, il quale però discendeva più del solito. Cercando poscia lo stato dell' osso anomalo suddetto dal lato posteriore (*os*), si vide che esso s' estendeva e s' ingrossava notevolmente senza assumere una forma simmetrica e che (obbliquando dall' indietro all' avanti fino contro la branca ascendente interna della mandibola) riempiva la cavità orale in modo da distare per pochi mill. dalla lingua (*msa*).

Cercando i rapporti della parte posteriore od interna di quest' osso, tosto si rilevò che esso in alto procedeva dall' avanti all' indietro, coperto da una mucosa, paralello alla volta del palato, lasciando uno stretto intervallo dalla medesima, e che posteriormente (al di dietro del margine della volta) esso pure si congiungeva collo stesso sfenoide e discendeva limitando anteriormente la faringe. Guardando la superficie dell'osso nel piano sagittale, questa si mostrava in gran parte perpendicolare, nuda, liscia, fornita in basso di tre follicoli dentari aperti, così da non lasciar dubbio che fosse il risultato della sega, sicchè l' osso per questo tratto non era intero. Dal lato posteriore ed inferiore esso si rimpiccoliva e veniva coperto dalla mucosa (recisa ai margini della superficie piana), la quale proveniva dalla faringe e dopo aver vestito inferiormente l' osso in discorso

---

(1) Taruffi C. — *Storia della Teratologia*. Tom. V, pag. 72,105.

(2) La porzione della squama occipitale rovesciata in dietro ed in basso descriveva un arco e lasciava fra le due colonne dell' arco un vano pieno di connettivo grassoso. Ma ciò che riesce inesplicabile si è la presenza della cute all' esterno dell' osso rovesciato (V. fig. 4, *v*).

discendeva posteriormente alle due branche ascendenti interne delle due mandibole per ripiegarsi poscia (*m*) ad avvolgere la lingua.

Passando all' esame della metà destra della faccia e precisamente del suo piano sagittale, rinvenimmo tosto il rimanente dell' osso anomalo, che conteneva nella sua superficie tagliata altri due follicoli dentari. Superiormente esso toccava la volta del palato, più non raggiungeva lo sfenoide, ed anteriormente (in luogo d'avanzare in forma d'arco alveolare come nella faccia sinistra) s' arrestava distante dall' intermascellare, ed ivi inviava una appendice fibrosa colla forma d' una grossa papilla entro la narice destra, la quale rimaneva obbliterata. L' apertura, per cui era penetrata l' appendice, era lunga 14 mill. e prodotta a spese della volta del palato essendo rimasto illeso l'intermascellare.

L' osso anomalo poi, dopo aver data l' appendice, discendeva anteriormente (formando un angolo retto colla linea superiore) per avvicinarsi alla lingua e nel suo tratto inferiore aderiva al lato interno del labbro inferiore, lo che spiega in gran parte come questo si vedesse all' esterno volgersi dietro al labbro superiore e sembrasse aderire al palato. Ma oltre tale aderenza il prolabio inferiore s' allungava in alto in forma di peduncolo, penetrava dal lato anteriore dell' apertura suddetta e, giunto nella narice, s'ingrossava a forma di clava, poggiando contro l' appendice papilliforme dell' osso anomalo. Ambedue queste produzioni erano mobili non avendo contratta alcuna aderenza colla mucosa, in guisa che la cavità nasale poteva tornare pervia. La lingua dal lato destro era divergente simmetricamente rispetto a quella del lato sinistro.

Dalla descrizione suddetta può ricavarsi che la testa del feto, all'esterno unica, conteneva alcune parti importanti della faccia duplicate, cioè due mandibole, una lingua bifida e due mascellari superiori soprannumerari. Questi però non offrivano tutti i caratteri normali e non erano situati simmetricamente, poichè il mascellare sinistro imitava soltanto il processo alveolare ed il processo palatino, ed il destro costituiva un corpo piuttosto informe che si dirigeva indietro invadendo anche il lato sinistro e a destra penetrava nella cavità nasale corrispondente. Ciò poi che caratterizzava meglio la natura di queste due ossa non era soltanto la sede e la forma, ma ben anche la presenza dei follicoli dentari. Rimaneva però a spiegare come anteriormente fra i medesimi vi fosse una porzione d' osso senza follicoli coll' aspetto d' arco alveolare, ma può supporsi che questa fosse formata da residui dei due temporali vicini, considerando che s' articolava coi due condili delle branche interne delle due mandibole.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

FIGURA I.

Testa, grande al vero, del *mero-acranico sirenomele* (Oss. 3ª) in cui si rileva la notevole larghezza della faccia, del naso e della bocca, la quale ai due angoli si prolunga in basso. Si vede ancora che la cute s'arresta nel luogo delle sopracciglia e presenta nel lato sinistro del mento un piccolo tubercolo parimenti di natura cutanea.

FIGURA II.

Lato sinistro della testa, grande al vero.
ct, cute tagliata.
am, arco mascellare superiore.
oa, osso anomalo sotto-mascellare coperto dalla mucosa.
ls, lingua sinistra.
sm, sinfisi della mandibola sinistra.

FIGURA III.

Forma e disposizione delle due mandibole.

FIGURA IV.

Piano sagittale della metá sinistra della testa.
dm, dura madre della base del cranio.
rv, rete vascolare fra le lamine della dura madre.
ct, cute.
sf, sfenoide posteriore deformato.

st, stecco penetrante nel foro nasale sinistro che giunge nella faringe
lb, labbro superiore.
vp, volta del palato.
in, intermascellare con un follicolo dentario.
ms, mucosa che riveste l'osso anomalo.
os, osso anomalo con forma d'arco alveolare.
msa, mascellare superiore anomalo con follicoli dentari del lato destro. La superficie in alto è tagliata, inferiormente e posteriormente è coperta dalla mucosa.
bm, branca interna, tagliata trasversalmente, della mandibola destra.
m, mucosa, che (dopo aver rivestito posteriormente il mascellare anomalo) discende sul lato posteriore delle branche interne ascendenti delle due mandibole, e va a ricoprire tanto la radice comune quanto le due lingue che derivano da quella.
ld, radice della lingua, tagliata lateralmente ove nasceva la lingua destra.
j, frammento dell'osso joide.
l, laringe.
f, faringe.
pb, porzione basilare dell'occipite.
oc, porzione della squama occipitale rovesciata all'esterno.

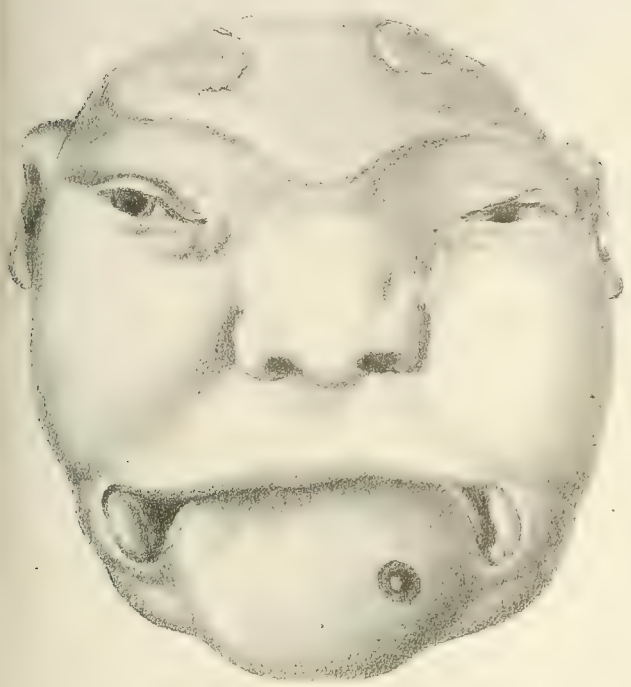
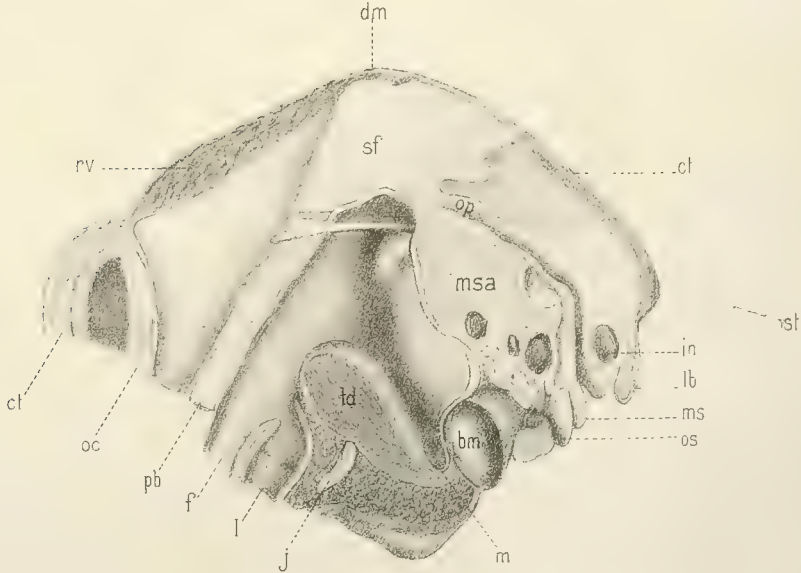
Fig. 1.

Fig 2

Fig. 3.

Fig 4

E. Contoli, lit.

Lit. G. Wenk e Figli — Bologna.

RICERCHE

SULLA

FORMAZIONE DELLE PIASTRE MOTRICI

MEMORIA

DEL PROF. SALVATORE TRINCHESE

(letta nella Sessione delli 29 Novembre 1891).

Le osservazioni sulle quali voglio oggi intrattenere l'Accademia, si riferiscono esclusivamente alle piastre motrici della *Torpedo narke* appena nata o molto giovane.

Per non generare equivoci, dichiaro che coll'espressione « piastra motrice » intendo significare l'organo formato dall'arborizzazione terminale del nervo motore coi suoi inviluppi protettori, e dalla sostanza granulosa coi nuclei fondamentali.

I miei tentativi di studiare questi organi negli embrioni essendo falliti, mi rivolsi con miglior fortuna agl'individui appena nati o molto giovani.

Le prime osservazioni abbastanza fortunate sulla Torpedine, mi stimolarono ad istituire una serie di ricerche comparative, i cui risultati comunicheró quanto prima all'Accademia.

Ho adoperato in queste ricerche il metodo di Löwit con alcune modificazioni introdottevi da A. Grieb, le quali consistono nell'immergere direttamente dei pezzetti di muscolo, tolti appena dall'animale vivente, in una soluzione di cloruro d'oro 1 per 100, e nel mantenerli poi per 15 o 20 ore in una soluzione di acido formico 20 per 100, al buio, e, possibilmente, ad una temperatura di 15 gradi o 20. I pezzetti di muscolo cosí trattati, si conservano indefinitamente in glicerina pura.

Nelle preparazioni ben riuscite, il cilindro assile é incoloro o colorato in rosa pallido; la mielina é colorata in violetto chiaro; la sostanza granulosa in rosa vivo, o rosso mattone, o violetto rossastro. I nuclei vaginali hanno una tinta grigiastra o rossastra, che non altera punto la loro tra-

sparenza; i nuclei dell' arborizzazione hanno un fondo rossastro sparso di granulazioni grossolane violetto-scure; i nuclei fondamentali sono affatto incolori. I neurococchi sono colorati in violetto scuro, con un nucleo rosso di fuoco nel loro centro; la guaina dei neurococchi, nei sauri e nei mammiferi, é di un colore violetto scuro e mostra chiarissima la sua struttura reticolare. Questa si vede pure nei neurococchi isolati dei vertebrati inferiori. Il cilindro assile apparisce entro la guaina dei neurococchi come un filamento incoloro o roseo. Le zone chiare della fibra muscolare sono incolore o rosee; i granuli dei dischi spessi, violetto-scuri; quelli dei dischi sottili, rosei o rosso-mattone.

Il muscolo abbassatore della mascella inferiore mi ha fornito le migliori preparazioni. Alle fibre muscolari di esso si riferiscono le figure intercalate nel testo di questa memoria. Si osservano in questo, come negli altri muscoli della Torpedine nata di fresco, fibre muscolari senza piastra motrice; fibre in cui la piastra comincia a formarsi, e fibre in cui é già formata ma non ha ancora raggiunto il suo pieno sviluppo.

Sono ordinariamente prive di piastre le fibre più strette; ne hanno una appena abbozzata quelle di mezzana larghezza, ed una già formata, ma molto piccola, le più larghe.

Il primo indizio della formazione della piastra è la presenza, alla superficie della fibra muscolare, di un grosso nucleo che si riconosce a colpo d' occhio per un nucleo fondamentale (fig. 1. *nf*). Esso infatti, come i nuclei di pari nome che si trovano nelle piastre motrici già sviluppate, è incoloro e sparso di granulazioni fortemente rifrangenti. Uno strato ora più ora meno spesso di sostanza granulosa lo circonda (*sg*). Questa sostanza, che é colorata dall' oro come ho detto di sopra, altro non é che il protoplasma di una cellula alla quale il nucleo fondamentale appartiene.

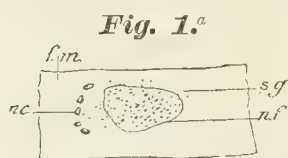



Fig. 1.ª

In alcune di queste fibre, a breve distanza dal nucleo, si trovano quattro o cinque corpuscoli (*nc*), ora sferici, ora ovoidi, ora di forma irregolare e colorati in violetto scuro. Sono particelle di protoplasma muscolare differenziatesi in quelle formazioni denominate da Ciaccio: *coccolette; grain* da Tschirjew, e da me *neurococchi*, o meglio *miococchi*, perché sono di origine muscolare. Essi stabiliscono una unione intima tra la fibra muscolare e il cilindro assile ipolemmale che abbracciano più o meno completamente, secondo la maggiore o minore perfezione dell' organismo cui

---

Spiegazione della figura 1.ª - *nf* nucleo fondamentale; *sg* sostanza granulosa; *nc* neurococchi; *fm* fibra muscolare. Zeiss $\frac{2}{F}$.

la piastra appartiene. Nelle Torpedini e nelle Razze adulte, i neurococchi sono più o meno allungati, piriformi od ovoidi, ed abbracciano l'estremità terminale dei cilindri assili; nei Teleostei (Uranoscopus, Blennius), negli Urodeli, nei Cheloni e negli Uccelli sono ovoidi o rotondi e disposti ad una certa distanza gli uni dagli altri lungo i cilindri assili ora più ora meno ramificati. Negli Anuri hanno forma di dischi tra loro uniti dal cilindro assile che li traversa; nei Rettili e nei Mammiferi inferiori si fondono tra loro di tratto in tratto, formando intorno ai cilindri assili una guaina bernoccoluta, interrotta per tratti di varia lunghezza. Finalmente nei Mammiferi superiori (Chirotteri, Scimmie, Uomo), formano ordinariamente intorno ai cilindri assili un inviluppo spesso e continuo. Entro questo inviluppo, che é stato da me denominato: *guaina dei neurococchi,* si scorge il cilindro assile come un filamento incoloro e molto rifrangente.

I neurococchi nei vertebrati inferiori, e la guaina che essi formano intorno ai cilindri assili nei vertebrati superiori, si mostrano, quando si osservano a forti ingrandimenti, formati di una rete fitta di fili incolori contenenti dei granuli sferici colorati dall' oro in violetto scuro, come fu osservato per la prima volta da Kühne (1).

Ranvier ha da lungo tempo osservato che nei muscoli della Lacerta viridis trattati coll' alcool a $1/3$, le branche dell' arborizzazione sembrano formate di due sostanze. Ecco le sue parole: » Elles paraissent formées d' une portion centrale et d' une couche périphérique: la premiére, ayant un faible indice de réfraction, ce que l' on reconnaît à ce qu' elle devient obscure quand on éloigne l' objectif; la seconde, au contraire, ayant une réfringence plus élevée et qui dépasse même celle des parties qui l' entourent » (2). È molto difficile stabilire se *lo strato periferico* osservato da Ranvier nelle fibre nervose trattate coll' alcool, sia identico alla guaina dei neurococchi che si osserva nelle fibre colorate coll' oro. Potrebbe forse quello corrispondere allo stroma di Kühne che é un altro strato, il quale, non riducendo l' oro, rimane come una listerella chiara e continua tra la guaina dei neurococchi e la sostanza granulosa della piastra.

Tschirjew divide l' opinione di Ranvier circa la costituzione dell' arborizzazione e crede possibile che lo strato esterno di questa, alterato dai reagenti, costituisca i neurococchi quali si vedono nei preparati ottenuti col metodo dell' oro. Ecco le sue parole: « Il serait néanmoins possible que les grains que nous observons dans les terminaisons en grappe

(1) Kühne. — Neue Untersuchungen über motorische Nervenendigung. Zeitschrift für Biologie. V. B. 1887, pag. 22. Tav. A, fig. 3-4.

(2) Ranvier. — Traité technique d' histologie. Paris 1875, pag. 822 e Leçons sur l' histologie du sistéme nerveux, Paris 1878, Tom. II, pag. 325-326.

chez la couleuvre et les autres espéces d'animaux fussent des productions artificielles, et ce qui semblerait le prouver, c'est que, si l'on examine les plaques motrices aprés l'action de l'alcool au tiers, on n'observe sur les branches de l'arborisation terminale aucune solution de continuité semblable à celles que présentent les préparations à l'or, même les mieux réussies ».

L'ipotesi di Tschirjew non mi sembra fondata. Certo, nelle piastre trattate coll'alcool non si vedono i neurococchi; ma da questo non si puó arguire che non esistono, essendo possibile che essi abbiano un indice di rifrazione eguale a quello della sostanza che li circonda e siano perció invisibili.

Tschirjew continua: « Il me semble nécessaire de distinguer deux parties dans chaque tige terminale moniliforme: une fibrille, prolongement du cylindre axe, et des grains réunis les uns aux autres par cette fibrille à laquelle ils sont accolés.

En établissant cette distinction, on pourrait expliquer de la maniére suivante la production de ces grains: la substance qui constitue ces grains est, à l'état vivant, répartie également autour de la fibrille terminale; mais, sous l'influence des agents chimiques employés, elle se rétracte et s'accumule sur certains points, pour former précisément ces grains que l'on retrouve dans les préparations. À mesure que la terminaison se développerait, cette substance subirait certaines modifications chimiques ou physiques à la suite desquelles elle perdrait de plus en plus cette faculté de se rétracter et résisterait de plus en plus à l'action des réactifs.

Se Tschirjew avesse esteso le sue osservazioni ai pesci da una parte e ai mammiferi dall'altra, si sarebbe forse convinto che i suoi *grains* (neurococchi) non possono derivare da retrazione di una sostanza distribuita in modo uniforme, nell'animale vivente, intorno alla fibrilla nervosa terminale; poiché, se cosí fosse, non si comprenderebbe come questa sostanza, per l'azione dei medesimi reagenti, in alcuni animali si ritragga tutta intera alle estremità terminali dei cilindri assili (Torpedine); in altri si riduca in granelli lungo i filamenti nervosi (Teleostei, Cheloni, Urodeli, Uccelli); in altri si costituisca in pile di dischetti traversati dal cilindro assile (Anuri); in altri formi una spessa guaina intorno all'elemento nervoso, ora interrotta di tratto in tratto, irregolarmente (Sauri, Ofidî, Mammiferi inferiori); ora quasi sempre continua (Chirotteri, Scimmie, Uomo).

Mi sembra invece più ragionevole il supporre che la sostanza dei neurococchi, avendo una funzione trofica, sia distribuita lungo il cilindro assile dei diversi animali secondo le speciali condizioni in cui i muscoli funzionano e la quantità d'energia che devono sviluppare.

Accanto alle fibre muscolari munite di un nucleo fondamentale circon-

dato di sostanza granulosa e di pochi neurococchi, se ne trovano di quelle munite di questi stessi elementi e di un nucleo vaginale (fig. 2, *nv*), il quale si distingue dal nucleo fondamentale per la sua maggiore trasparenza, per una tinta grigiastra molto caratteristica e per la sua posizione affatto superficiale.

In altre fibre alquanto più larghe di quelle menzionate di sopra, al nucleo fondamentale, alla sostanza granulosa ed ai neurococchi, si aggiunge un sottile cilindro assile portante un nucleo dell'arborizzazione (fig. 3, *na*).

Fig. 2.ª

In questo periodo di sviluppo, i neurococchi sono spesso disposti in serie lungo il cilindro assile, il quale, nel punto in cui trovasi il nucleo dell'arborizzazione, si biforca.

Nella fig. 3 è rappresentato il primo abbozzo dell'apparecchio eccitomotore, munito di tutti gli elementi che, moltiplicandosi, lo costituiscono nell'adulto.

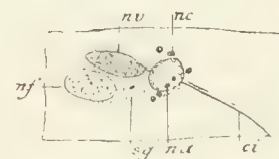
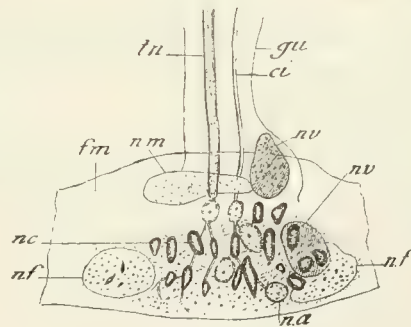
Fig. 3.ª

Nelle fibre muscolari più grosse, le ramificazioni del cilindro assile aumentano in numero, formando, coi neurococchi che le abbracciano, i primi grappoletti spargoli di Ciaccio (fig. 4.). In questa fase dello sviluppo, alcuni neurococchi sono già uniti tra loro dal cilindro assile; altri non ancora: alcuni si trovano lungo i fili di questo, altri ne abbracciano l'estremità terminale. Nello stato adulto pertanto, come ha dimostrato Ciaccio, essi trovansi tutti, o quasi, alle estremità terminali dei cilindri assili. I nuclei fondamentali, vaginali e dell'arborizzazione, sono ordinariamente due o tre; talvolta questi ultimi sono più numerosi.

Fig. 4.ª

Giungono spesso alla fibra muscolare una fibra nervosa con uno strato ora più ora meno spesso di mielina (fig. 4, *fn*) ed un cilindro assile nudo (*ci*); quello e questo circondati di una guaina comune di Henle (*gu*).

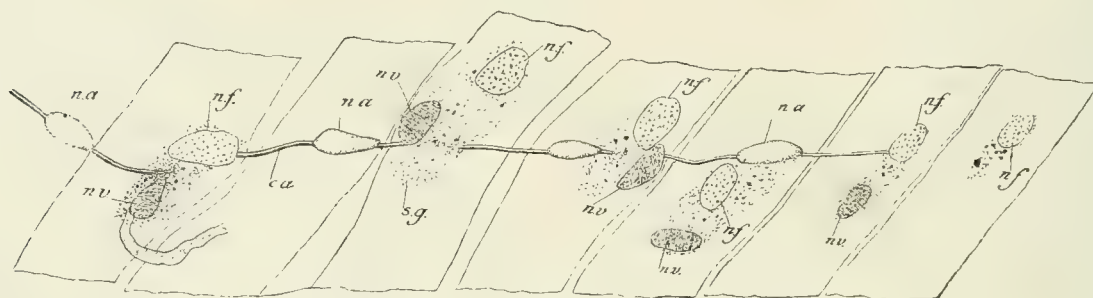
In una preparazione molto ben riuscita, si vedevano sette fibre muscolari

---

Spiegazione della figura 2.ª - *nv* nucleo vaginale; *nc* neurococchi; *nf* nucleo fondamentale; *sg* sostanza granulosa; *fm* fibra muscolare. Zeiss $\frac{2}{F}$.

Spiegazione della figura 3.ª - *nf* nucleo fondamentale; *nv* nucleo vaginale; *sg* sostanza granulosa; *nc* neurococchi; *na* nucleo dell'arborizzazione; *ci* cilindro assile. Zeiss $\frac{2}{F}$.

Spiegazione della figura 4.ª - *gu* guaina di Henle; *fn* fibra nervosa con mielina; *ci* cilindro assile nudo; *fm* fibra muscolare; *nm* nucleo muscolare; *nv* nuclei vaginali; *nf* nuclei fondamentali; *na* nucleo dell'arborizzazione. Zeiss $\frac{2}{F}$.

(fig. 5) messe l' una accanto all'altra. Nella prima penetrava perpendicolarmente al suo asse longitudinale (vedi la fig. 4 a sinistra) un cilindro assile nudo, portante un nucleo ovoide (*na*) e si perdeva nella sostanza granulosa: ivi giaceva un nucleo fondamentale (*nf*), e, in un piano superiore, un nucleo vaginale (*nv*). In questa medesima fibra penetrava, parallelamente al suo asse longitudinale, un tubo nervoso midollare, il cui cilindro assile si perdeva pure nella sostanza granulosa; mentre la sua guaina di mielina si arrestava alla periferia della sostanza granulosa. Questa particolarità non è ben rappresentata nella figura. La fibra nervosa

Fig. 5.ª

senza midolla usciva dal lato della fibra muscolare opposto a quello dal quale vi era entrata e si recava ad altre fibre muscolari, comportandovisi come nella prima. In ogni tratto di questa fibra nervosa, corrispondente ad una fibra muscolare, trovavasi un nucleo ovoide (*na*).

A questa fibra nervosa che unisce tra loro le piastre motrici di tante fibre muscolari, quale compito é assegnato nella funzione tanto complessa del muscolo?

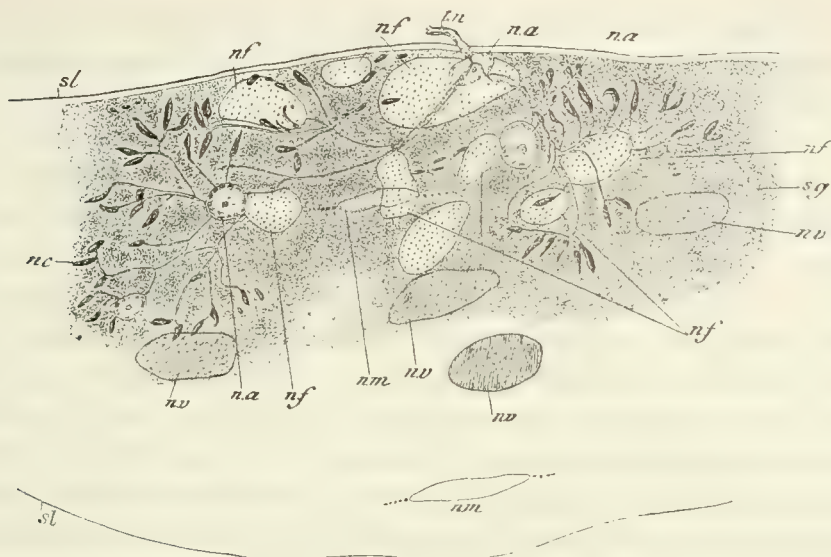
Le cose esposte di sopra confermano, almeno in parte, le osservazioni di Gessler circa la rigenerazione delle piastre motrici degenerate per lo schiacciamento dei nervi (1).

Questo osservatore trovò nel primo stadio della rigenerazione, negli spazi internucleari, un certo numero di granelli che l' oro aveva colorati in bruno: nessun legame li univa tra loro. Evidentemente siffatti granelli erano i primi neurococchi apparsi nel luogo in cui la piastra si rigenerava, come appariscono ove la piastra si forma per la prima volta nei giovani individui. In un secondo stadio, sí nell' uno che nell' altro caso, i neurococchi sono uniti tra loro dalle ramificazioni del cilindro assile, (fig. 4.).

Spiegazione della figura 5.ª - *na* nuclei del cilindro assile; *nv* nuclei vaginali; *nf* nuclei fondamentali. Si vedono inoltre in ogni fibra piccoli neurococchi e sostanza granulosa. Zeiss $\frac{2}{F}$.

(1) Gessler. — Die motorische Endplatte und ihre Bedeutung für die periphere Lähmung, Leipzig 1885. pag. 23, Tav. IV, fig. 27.

Le mie osservazioni confermano pure quelle di Tschirjew circa il progressivo aumento del numero dei neurococchi e della quantità della sostanza granulosa nelle piastre del colubro in via di formazione (1). Nelle piastre appena abbozzate della Torpedine da me esaminate, i neurococchi erano cinque o sei; nella piastra di un individuo adulto, rappresentata

Fig. 6.ª

nella fig. 6, ascendevano a 82; in un' altra osservata da Ciaccio, a 133 (2). In piastre più grandi sono anche più numerosi, ma riesce assai malagevole il contarli. Colla crescenza della piastra che coincide con quella della fibra muscolare, aumenta pure il numero dei nuclei. Nella piastra adulta rappresentata nella fig. 6, i nuclei vaginali (*nv*) erano quattro; quelli dell' arborizzazione (*na*) cinque; i fondamentali (*nf*) nove.

Spiegazione della figura 6.ª - Pezzo di una fibra muscolare di una torpedine adulta; *sl* sarcolemma; *nf* nuclei fondamentali; *na* nuclei dell' arborizzazione; *nv* nuclei vaginali; *tn* fibra nervosa midollare dalla quale provengono i cilindri assili ipolemmali; *nc* neurococchi; *nm* nucleo muscolare. Zeiss $\frac{2}{F}$.

(1) S. Tschirjew. — Sur les terminaisons nerveuses dans les muscles striés. Archives de physiologie norm. et path. 2.me série, tom. VI, pag. 110.

(2) Ciaccio. — Osservazioni istologiche intorno alla terminazione delle fibre nervose motrici nei muscoli striati. Memorie dell' Accademia di Bologna, Serie IV, tom. IV, tav. 1, fig. 5.

CONCLUSIONE.

Nelle fibre muscolari giovani, il luogo in cui si formerà la piastra motrice è indicato dalla presenza di un grosso nucleo fondamentale e di uno straterello di sostanza granulosa. Si formano poi i primi neurococchi, sia in mezzo a questa sostanza, sia a breve distanza da essa, alla superficie della fibra muscolare. Apparisce più tardi un nucleo vaginale e poi un sottile cilindro assile con un nucleo dell' arborizzazione situato nel punto in cui il cilindro si biforca. I neurococchi aumentano gradatamente di numero e si dispongono in serie lungo il cilindro assile che abbracciano. Col progredire dello sviluppo, i nuclei fondamentali prima, i vaginali poi, si moltiplicano. Le ramificazioni del cilindro assile portanti nuovi nuclei dell' arborizzazione, si moltiplicano pur essi e si allungano verso la periferia della piastra. Gli ultimi filamenti nervosi portano alla loro estremità terminale un neurococco ovoide o piriforme. Quando lo sviluppo della piastra è compiuto, pochissimi neurococchi si trovano lungo i rami dell' arborizzazione; i più occupano la periferia della piastra. Questa disposizione è caratteristica delle Torpedini e delle Razze tra i pesci; e si trova pure, sebbene meno cospicua, nelle terminazioni a grappolo descritte da Tschirjew nel Colubro come « forme embrionali » e da Gessler in una delle fasi che traversa la piastra motrice in via di rigenerazione nella Cavia.

SU VARIE PARTICOLARITÀ OSTEOLOGICHE

DELLA

BASE DEL CRANIO UMANO

MEMORIA (*)

DEL PROF. LUIGI CALORI.

CON TRE TAVOLE

Nella mia collezione craniologica ha un certo numero di crani orizzontalmente aperti dati a poterne esaminare anche la cavità, e sopratutto la superficie interna della base. Il quale esame avendo io più volte fatto mi ha messo in vista varie particolarità o neglette, o poco attese, o non troppo ben significate, ed anche non chiaramente rappresentate, onde ho pensato che non farei opera perduta qui raccoglierle in una, brevemente divisandole e dimostrandole con figure. Lo che tornerà, se non mi lusinga speranza, a vero lustro della detta collezione, e in un medesimo non discaro tuttavia a coloro che si dilettano di questi nostri studi.

Le particolarità delle quali voglio parlare, appariscono quando solamente nella superficie interna, quando solamente nella esterna della base craniense, quando in entrambe. E poichè la detta base internamente è partita in tre fosse, anteriore, media, e posteriore, io seguirò nello esporle e dimostrarle tale divisione, cominciando da quelle dell'anteriore, e da prima trattando delle interne, poi delle esterne, qualora in questa ne abbiano; e tal ordine terrò per quelle delle altre due fosse.

FOSSA ANTERIORE

Tetto proprio o primitivo delle cellule etmoidali: loro tetto secondario od avventizio formato da un wormiano: wormiano orbitale misto. — Accade non molto di rado trovare la lamina orizzontale dell'etmoide assai più estesa lateralmente o più dilatata che non suole, e terminata da margini laterali non diritti, ma più o meno curvi, ne' quali margini, di-

---

(*) Letta nella Sessione del 13 Marzo 1892.

stinti dalle porzioni orbitali per una sottil fessura, si aprono i forami etmoidali od orbitali interni, come si ha dalla Fig. 1, Tav. I. La divisata maggior larghezza della lamina orizzontale non è cribrosa che nella parte media, di qualità che essa lamina si può dividere in due porzioni, una cribrosa e l'altra non cribrosa; quella è interna e media, e nulla presenta di straordinario, e concede pei forellini del suo cribro il passaggio a' filamenti del nervo olfattorio secondo il costume; l'altra esterna non cribrosa partita in due, una da un lato, e l'altra dall'altro di quella, costituisce il tetto o copertura superiore delle cellule o laberinto etmoidale. La formazione di questo tetto vien recata al frontale, cioè alla lamina vitrea del margine esterno dell'incisura etmoidale, e drittamente; ma tale copertura è avventizia, poichè le cellule etmoidali a' lati della porzione cribrosa non sono naturalmente aperte nella regione superiore, ma chiuse in gran parte, massime ne' due terzi posteriori, da una parete o lamina molto sottile, papiracea, simile all'osso del medesimo nome (os papyraceum s. planum) che ne forma la parete laterale od orbitale; di cui è quella continuazione. Di che è testimonio l'etmoide disgiunto, allora quando nella disgiunzione rimanga integro, o non avvenga che qualche piccola rottura in essa parete superiore. Questo tetto proprio, o primitivo che potrebbe chiamarsi etmoidale, vien meno, ed è sostituito dalla tavola vitrea del margine esterno dell'incisura etmoidale, come è stato detto di sopra, formandosi i seni frontali e le semicellule, o piccoli setti trasversali di quella tavola. Suol nondimeno a' lati della porzione o lamina cribrosa rimanere di quel tetto proprio una stretta listarella longitudinale, in cui scorgonsi le incisure corrispondenti agli sbocchi dei canaletti o forami etmoidali, che sono generalmente due, uno anteriore e l'altro posteriore. Hyrtl classificando i forami dell'orbita colloca gli etmoidali anteriori fra quelli che comunicano con la cavità del cranio, ed i posteriori fra quelli che comunicano con la cavità nasale (1). Lo che non è esatto, sendo che spesso anche i posteriori comunicano con la cavità craniense, conforme hanno già notato altri anatomici. Tali forami poi sono talvolta in maggior numero, e non di rado se ne trovano tre, uno anteriore, uno posteriore ed uno intermedio, vicinissimo a quest'ultimo, e che di rado ho veduto comunicare con la cavità del cranio. Può accadere che il posteriore sia conformato a mo' di piccola fenditura, nel fondo della quale appariscono due forametti, uno che mette nella cavità del cranio, l'altro nella cavità nasale. Rara è piuttosto l'esistenza di quattro, come nel caso di cui è parola, non però in tanto numero da ambo i lati, sì solo a sinistra. Essi (Fig. 1 cit.) sono tutti aperti entro il cranio, e situati nella sot-

(1) Anatomia descrittiva, trad. dal Prof. Antonelli, pag. 245.

til fenditura che separa le porzioni orbitali dalla porzione non cribrosa della lamina orizzontale dell' etmoide e sono molto distanti dalla porzione o lamina cribrosa di vicinissimi, o confinanti che con lei hanno in costume di essere. E la loro distanza è tanta quanta è la larghezza del tetto proprio del laberinto etmoidale, la quale varia da 8 a 10 millimetri. Di quei forami l' anteriore è il più ampio e conduce ad un solco che si dirama in due, uno breve che termina ad un forellino della lamina cribrosa, l' altro lungo che segna il lunghissimo tragitto intracraniense (15 millimetri) del nervo etmoidale e de' vasi sanguigni satelliti fino alla fenditura d' uscita a' lati dell' apofisi cristagalli. Non ho d' uopo dire che con la larghezza sunnotata ne offre tutto l' etmoide una conveniente e proporzionata, avvisandosi anche nelle ossa papiracee, un po' più fra loro lontane, e leggiermente incurvate verso la cavità orbitale corrispondente.

Altri pochi esemplari posseggo di questa particolarità, ma il più ragguardevole è il rappresentato e descritto. Essa è bilaterale, salvo che in uno, dove è solo a destra: a sinistra la stretta listarella suddiscorsa è quasi nulla nel terzo posteriore, ed è larga 4 millim. nei due terzi anteriori. In tutti gli esemplari la particolarità si trova nelle medesime condizioni, anche rispetto alle concomitanze, e se vi hanno differenze sono minime, e non riguardano che il grado della larghezza, ed i margini, ond' è confinata, più o meno irregolari: cose che non mutano essenzialmente la particolarità. All' interpretazione del fatto paransi davanti alla mente due congetture, una che il tetto proprio o primitivo formatosi dalla cartilagine della vescichetta nasale trasmutatosi in osso siasi perpetuato, escludendo l' avventizio, o vero che questo l' habbia sostituito, come ordinariamente, e siasi separato dalle porzioni orbitali, massime ne' due terzi posteriori, unendosi per lo più mediante sinostosi con la porzione cribrosa, e diventando pertinenza di questa. Esempi di separazioni di parti delle porzioni orbitali, formanti come isole, ha recati in mezzo e rappresentati con figure Hyrtl (1), dal quale sappiamo averli già innanzi veduti Czermak e Schultz, e tali isole sono ossi intercalati, o wormiani, che possono essere molto grandi e ragguardevoli accompagnati da altri piccoli a guisa di satelliti, ovvero tutti piccoli ed assai numerosi, probabilmente effetto d' idrocefalo. Egli li distingue in veri e falsi, veri quelli che sono formati da tutt' e due le tavole ossee, falsi quelli che sono formati solo dall' interna o vitrea. Già Hunauld aveva distinti i wormiani ne' formati dalle due tavole, ed in quelli formati da una tavola sola o esterna od in-

(1) Ueber währe und falscheschatt Knochen in der Pars orbitaria des stimbaines (mit 3 Tafel), nel Rendiconto dell' Accademia Imperiale di Vienna. 1860, pag. 213 e seg.

terna da lui chiamati scaglie ossee (1). Hyrtl chiama i veri rarità anatomiche, poiché in 400 crani non li ha trovati che in tre. I falsi non sono troppo rari. Quelli che veggonsi nelle Figure che ne ho date, sono quasi tutti falsi; ma ne ha uno il quale è in parte vero ed in parte falso, ed è il segnato *h*, *i* Fig. 2, Tav. II; onde si avrebbero de' wormiani orbitali anche misti. Atteso ciò uom sarebbe tratto a pensare, che i wormiani orbitali fossero in origine tutti veri, e che l'articolazione della loro tavola esterna fosse invasa dalla sinostosi per tempissimo. Ma checché sia, l' esistenza de' wormiani orbitali induce facilmente a congetturare, che il tetto avventizio delle cellule etmoidali altro non fosse da principio che uno di tali wormiani unitosi per sinostosi con la porzione cribrosa della lamina orizzontale dell' etmoide. Se non che potrebbe far difficoltà ad accogliere questo pensamento il sito de' forami etmoidali, il quale dovrebbe essere al lato interno od alla sinostosi del wormiano con la porzione cribrosa anzidetta, e non al lato esterno, come nel caso ritratto dalla Fig. 1, Tav. I. Ma vi hanno degli esemplari che dimostrano ad occhio poter essere un wormiano orbitale quello che forma il tetto avventizio delle cellule etmoidali, poiché i forami etmoidali sono situati all' interno od alla sinostosi tra wormiano e porzione cribrosa, come dimostra la Fig. 2, Tav. II in *d*, *f*: ond' è che la particolarità divisata offre due varietà, una consistente nella permanenza del tetto proprio o primitivo delle cellule etmoidali, l' altro nel tetto avventizio formato da un wormiano orbitale, non avvisato o distinto dall' Hyrtl. Questo wormiano che vedi in *c* Fig. 2 cit., secondo la natura della parte delle porzioni orbitali che forma il tetto avventizio, sarebbe squamoso o falso, ma potrebbe aversi come vero, non considerando punto se formato o no di due tavole, ma prendendo solo per carattere l' essere a tutta profondità diviso dalle porzioni orbitali e costituire un ossetto resosi da esse indipendente, e nulla nulla papiraceo a differenza del tetto primitivo rappresentato nella Fig. 1, Tav. I. La scomparsa del tetto proprio o primitivo, e la sostituzione di un avventizio conviene con quanto accade talvolta nell' os planum o papyraceum, di cui quel tetto proprio è continuazione; il quale osso papiraceo può in gran parte venir meno, ed essere sostituito da prolungamenti più o meno grandi e ragguardevoli o del frontale, o del mascellare superiore, o del palatino, quando da uno solo di questi ossi, quando da tutti tre ad un tempo, della quale particolarità Gruber ha tenuto proposito, ed ha dimostrato aver' essa il suo riscontro negli animali (2).

---

(1) Vedi Hunauld in Bourgery. Anatomie des. Tome primier. Paris 1832, pag. 74.

(2) Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden anatomie. St. Petersburg 1852. § 11. pag. 4 e segg.

A compimento del novero delle particolarità fin qui divisate noterò aversi talvolta nelle porzioni orbitali un' estrema sottigliezza od un aspetto papiraceo, anche in cranj d' individui non di gran tempo. I gioghi, od eminenze mammillari sono piuttosto appianate e quella sottigliezza è veramente nelle fossette od avvallamenti o impressioni digitali frapposte a quelle. Nei detti avvallamenti non sono rare le soluzioni di continuità a bordi regolari, sì che sembrano aperture naturali, e non rotture, chiuse da laminette ossee perdutesi nella macerazione, e converebbero co' wormiani orbitali veri. Tale particolarità vuol essere ben attesa dalla pratica e dalla giurisprudenza medica.

FOSSA MEDIA

Significazione di un forellino incostante situato davanti al tubercolo della sella. — Questo forellino *l*, Fig. 2, Tav. II, così situato, è esilissimo, e non essendo costante, il farne considerazione verrà per avventura reputato troppo minuzioso, se non ridicolo; ma ha la sua importanza, imperocchè è desso, quando si mostra, la reminiscenza di un forame molto più ampio, che trovasi nello sfenoide fetale, e che mette in un canale che termina alla faccia inferiore del corpo dello sfenoide. Non avendo trovato nelle Figure osteogenetiche date dagli autori ritratto questo forame l' ho rappresentato nella Fig. 3, *m*, Tav. II. Esso in un co' forami che soglionsi osservare nella fossa pituitaria, od ipofisaria, sembrano, se mal non mi appongo, essere un residuo della grande apertura media del corpo dello sfenoide per la quale passa l' ipofisi, motivo per cui i detti forami potrebbero dirsi ipofisarii, e sono rimasti, o vero formatisi in massima parte per vasi sanguigni, di vene in ispecie, e corrisponderebbero a quello della faccia posteriore dei corpi delle vertebre, tutto che di origine diversa.

Forami ottici, e vario sito della doccia o canale oftalmico, corrispondente alle varietà di origine e di corso dell'arteria del medesimo nome. — Il descritto forellino corrisponde al mezzo della doccia data al chiasma dei nervi ottici ond' è coperto, e tale doccia conduce da ciascun lato ai forami ottici, limitati dalle due radici delle piccole ale o processi ensiformi d'Ingrassias, la posteriore inferiore delle quali radici trovasi nella sua origine talvolta fessa, e fra le due branchette o crura originali è aperto un forellino vascolare che mette nell' orbita. Questo forellino è qualche volta un forame largo, secondo che mostra la Fig. 2, *r**, Tav. II. Per il forame ottico penetrano nell' orbita il nervo ottico e l' arteria oftalmica. Questa è sempre separata dal nervo mediante una laminetta fibrosa della dura madre o

del periorbita, e potrebbe essere confusa con l' anello fibroso donde traggono i muscoli del bulbo, tranne l' obliquo minore ecc. Nel lato esterno del forame vedesi il termine di un legger solco o piccola doccietta antero-posteriore, la quale comincia dal lato interno del processo clinoideo anteriore. Io dirò questo solco solco o doccietta oftalmica. Ma questa doccietta o solco non è sempre così in alto, che può essere più in basso. (Fig. 4, *s*, Tav. II). Nel primo caso l' arteria oftalmica penetrata nell' orbita si getta sul nervo ottico correndo in avanti ed obliquamente al lato interno dell' orbita, e questo tragitto è conforme suol descriversi: nel secondo caso l' arteria nasce dalla carotide interna un po' più in basso, e più in basso penetra nell' orbita, ma il suo tragitto verso il lato interno di questa non ho veduto essere al disopra del nervo, ma al di sotto. Oltre a questo nel lato interno ed inferiore del forame ottico al di sopra subito della radice inferior-posteriore del processo ensiforme trovasi qualche volta una direi quasi incisura, o forame non completo, aperto verso l' esterno (Fig. 5, *t*, Tav. II), completato da una produzione legamentosa del periorbita. Corrisponde esso ad una terza varietà di origine e di corso dell' arteria oftalmica, che in questo caso nasce dal lato interno della detta carotide, e più in basso del solito; penetra nell' orbita corrispondentemente a quel forame, ed il suo corso entro esso lei non è sempre ad un modo, imperocchè essa può tenersi continuamente al lato o parete orbitale interna, e non avere rapporto col nervo ottico se non mediante i suoi rami, o vero piega trasversalmente tra il muscolo retto inferiore del bulbo e il detto nervo arcuando, ed arrivata al lato interno del muscolo retto esterno ascende obliquando un poco in avanti, poi si getta sul nervo ottico e va all' interno dell' orbita correndo alla base di questa, per forma che essa in questo suo tragitto descrive un tratto di spirale. Oltre queste particolarità vogliónsene notare altre collegate con le descritte, e cioè la forma del forame ottico in guisa di cucurbita a collo assai breve volto internamente, ma d' ordinario esternamente ed alquanto in basso. Il vano del collo della cucurbita è separato da quello del ventre mediante un piatto fascetto fibroso che lo converte in un forame o canaletto, pel quale transita l' arteria oftalmica, e che può contrassegnarsi con l' epiteto di oftalmico, come altresì quel fascetto. Henle nota che il forame ottico è talvolta distinto in due compartimenti per una laminetta ossea (1), e Zoja ha presentato all' Istituto Lombardo e descritto due casi di forame ottico doppio, uno in una donna di 18 anni a destra, l' altro in un cranio di messicano antico a sinistra. Dei due forami uno era superiore e più ampio situato in questo all' esterno ed in alto, l' altro più stretto all' interno, ed in basso, in quello

(1) Handbuch der Knochenlehre des meschen etc. dritte auflage. Brunschwig 1871, pag. 111.

uno pur era maggiore interno e superiore, l' altro minore ed inferiore (1). Se mal non mi appongo, la duplicità osservata da Zoja e da Henle non è anomalia, ma disposizione normale, salvo che il tramezzo che divide i due forami si è ossificato, ed il forame per l' arteria oftalmica di osteofibroso che è normalmente, è divenuto tutto osseo; conversione però che non dev' essere frequente, poichè nel trattato di osteologia e sindesmologia di Soemerring si dà come una rarità il passaggio della detta arteria nell' orbita per un forame osseo distinto (2).

Processi clinoidei. Loro varie particolarità. Germe osseo lor proprio. Modo e procedimento di loro unione ossea. — I processi clinoidei anteriori sono più o men grossi e lunghi, ed appariscono talvolta fessi orizzontalmente verso l' apice da parer formati da due porzioni ossee sovrapposte. Nella parte loro posteriore ed alquanto inferiore possono presentare un forellino vascolare. Li ho trovati cavi (Fig. 7, *x*, Tav. II), ma non comunicanti, com' è stato osservato, coi seni sfenoidali, in crani di vecchi. La cavità per un forame non molto ampio comunicava coll' orbita. Ritengono a lungo la loro distinzione dalle piccole ale o processi ensiformi, formandosi essi per un germe osseo loro proprio, e di tale distinzione si avvisa traccia in crani d' individui anche di gran tempo. Scorgesi talvolta un' apparenza denticolata nella faccia superiore dell' ala ivi presso, che mentisce una piccola sutura dentata. Forse quest' apparenza di sutura non dipende dalla sinostosi clino-ingrassiale, o dell' ossettino clinoideo col processo od ala ensiforme dell' Ingrassias, ma da una lamella ossea sopraggiunta derivante dall' ossificazione di un velo rimasto della cartilagine del cranio primitivo; velo che la ricopre, come da un simil velo può trovarsi coperta nei fanciulli, non altrimenti che nel feto, la doccia corrispondente al chiasma dei nervi ottici.

Non è certamente raro trovare il processo clinoideo anteriore *u*, Fig. 1, Tav. I, unito per un osseo prolungamento al medio quando vi habbia, formandosi così un forame, per il quale passa la carotide cerebrale, conosciuto sotto la denominazione di forame clini-carotideo, o carotico-clinoideo, e che forse sarebbe meglio denominare forame arterioso. È meno frequente trovare il medio unito anche col processo clinoideo posteriore; la quale unione, qualora avvenga, genera un secondo forame da chiamarsi clini-clinoideo, o meglio forame venoso per opposizione a quello che dà adito alla carotide cerebrale, poichè il clini-clinoideo è dato per la comunicazione del seno circolare del Ridley col seno cavernoso.

---

(1) Rendiconto dell' Istituto Lombardo. Vol. XVIII, pag. 1018. — Sopra il foro ottico doppio.
(2) Encyclopedie Anatomique etc. Osteologie et Syndesmologie. Paris 1843, pag. 39.

Hyrtl dice che l' unione del secondo col terzo processo clinoideo avviene solo quando vi è la unione dell' anteriore con il medio (1). Quest' asserzione pare conforme al vero, poichè non ho incontrato alcun caso di unione del medio semplicemente col posteriore; ma ho ben incontrato l' unione dell' anteriore col posteriore, senza l' unione col medio esistente in rudimento. Nella Fig. 1, Tav. I, a destra si veggono i tre processi clinoidei tutti uniti fra di loro. Ma a sinistra il processo clinoideo medio è nullo, o quasi nullo, e il rudimento che se ne potrebbe avvisare, non si eleva naturalmente tanto da aggiugnere il processo clinoideo anteriore; e nondimeno questo processo si unisce col posteriore & per una travetta ossea β, Fig. cit., che va dall' uno all' altro processo a simile di un pedagno che va dall' una all' altra sponda di un fosso. La travetta poi nel mezzo, corrispondentemente al vestigio di processo clinoideo medio, si dilata alquanto inferiormente e discende un poco, sì che pare voglia andare alla volta di quest' ultimo, il quale poi non ascende ad incontrarlo per unirvisi: onde che sotto alla travetta rimane un vano solo, e non due, come a destra; vano che direbbesi con Gruber grande forame interclinoideo, ma che io chiamerei piuttosto forame arrterioso-venoso. Pare che la detta travetta nel farsi e svilupparsi proceda dall' avanti allo indietro, poichè il processo clinoideo anteriore trovasi non di rado prolungarsi posteriormente mediante una specie di stiletto od apofisi stiloidea lunga e sottile, non aggiugnente però il processo clinoideo posteriore (Fig. 7, *v*, Tav. II). Anche l' unione ossea del processo anteriore col medio pare che proceda da quello a questo, poichè ho veduto che anche senza traccia di quest' essa discendere una piccola spina da quella, come se fosse il principio della divisione del forame arterioso dal venoso. Le descritte unioni de' processi clinoidei mediante travette e prolungamenti ossei possono mancare, e del pari i nominati forami, come avviene non infrequentemente di vedere ne' crani spogli di tutte parti molli per la macerazione; ma ne' freschi le unioni sonovi sempre, e così i forami, e son esse operate da legamenti descritti e rappresentati da Gruber (2), così che quei forami arterioso e venoso, o arterioso-venoso sono dapprima osteo-fibrosi, e che ossificandosi la porzione legamentosa diventano tutt' ossei. Questo è il solito modo e procedimento della natura in simili produzioni, e già ne fa testimonio la formazione del canale oftalmico suddiscorsa, e la sua conversione in osseo, e per non uscire della fossa me-

---

(1) Anat. descrit. pag. 213.

(2) Mémoires de l' Academie Imperiale des Sciences de St. Petersbourg. Série VII, Tom. I, N. 3, anno 1859. Gruber chiama legamento interclinoideo quella travetta ossea suddescritta, ed interclinoideo comune il forame arterioso-venoso sottoposto. Beitrage zur anatomie des Keilbeines und schlafenbeines.

dia anche la conversione in ossea della parte superiore della porzione membranosa dell' astuccio o vagina del nervo trigemino (1). L' ossificazione poi nelle unioni legamentose de' processi clinoidei pare, secondo le osservazioni surriferite, vada dall' avanti all' indietro e dall' alto al basso, cioè dal processo clinoideo anteriore al medio, e da quello al posteriore. (Fig. 7, Tav. II). Terminerò quest' articolo notando che il processo clinoideo posteriore è desso altresì formato da un germe osseo particolare (Fig. 6, *a*, Tav. II) che per lo più va perduto nella macerazione de' crani di fanciulli e che io ho trovato non saldato ancora a dieci od undici anni.

Forame emissario del seno cavernoso, e suo confronto col jugulare spurio di Luschka. — Nella doccia carotico-cavernosa oltre qualche esile forellino vascolare nutrizio trovasi presso l' estremità anteriore un forame incostante piuttosto raro Fig. 6, *∂*, Tav. II, il quale trapassa l' osso da banda a banda un po' obliquamente in avanti, e riesce al solco situato tra la grande ala ed il corpo dello sfenoide al davanti dell' apofisi vaginale dell' aletta interna del processo pterigoideo, solco esteso pur sopra la detta apofisi. Il forame divisato ho sempre rinvenuto nel feto (Fig. 3, Tav. II), e pare una particolarità dello sfenoide fetale. È desso certamente emissario, percorso da una venuzza comunicante col seno cavernoso, e con vene pertinenti alla mascellare interna. Cotal forame e vena sono enormi e costanti nei mammiferi domestici, e la vena emissaria è contraddistinta con l' epiteto di alveolare, e sbocca nella mascellare esterna. Il forame emissario in discorso può paragonarsi al forame che vedi in *ζ*, Fig. 1, Tav. I, situato nella sutura petro-squamosa, o subito allo esterno della medesima, esso altresì emissario di un seno che diremo petro-squamoso; al quale forame Luschka, che ne è stato lo scopritore, ha dato la denominazione di forame jugulare spurio. Allo esterno non si apre sempre nel medesimo punto; ché ora all' estremità esterna della fessura del Glaser, ora subito al davanti del meato uditivo esterno, ora infine alla metà circa della radice esterna dell' apofisi zigomatica. La sua foce al davanti del meato uditivo esterno ricorda un forame similmente situato nel cranio dei suddetti mammiferi, esso altresì emissario di un seno, chiamato parieto-petroso; il quale forame ha al davanti un tubercolo detto mammillare, che lo nasconde. La venuzza onde è percorso, sbocca nella facciale posteriore, o nella jugulare esterna, secondo Luschka; lo che torna il medesimo, essendo che la detta facciale con il suo ramo posteriore si apre nella jugulare esterna di cui è radice. I due forami de-

(1) Vedi Gruber. Mém. de l' Acad. Imp. etc. S. cit. T. cit. N. 4, anno 1859. Menschliches analogon thierischen vagina nervi trigemini ossea.

scritti si trovano più facilmente in crani di giovanetti che di adulti; nel feto novimestre a' lati del corpo dello sfenoide già disgiunto dalle grandi ale, è esternamente aperto od a mo' d' incisura (Fig. 3, ε, Tav. II), come altresì a mo' di solco o doccia il canale percorso dalla vena emissaria del seno cavernoso.

Forami diploetici incostanti della faccia interna della grande ala dello sfenoide in rapporto coi forami grande rotondo ed ovale. — Nella faccia interna della grande ala dello sfenoide oltre i tre forami rotondo o grande rotondo, ovale e spinoso, o piccolo rotondo, ne occorrono altri incostanti, ma che meritano nondimeno considerazione. A sinistra veggonsi i due forami θ, $\varkappa$, Fig. 1, Tav. I, il posteriore dei quali conduce ad un canale venoso diploetico, l' anteriore ad un breve canaletto trasversale che mette capo nel forame grande rotondo. I due forami sono fra loro riuniti per una corta doccia ι. A destra la comunicazione del forame con il grande rotondo non ha luogo; chè esso forame mette direttamente alla superficie esterna della base del cranio. Non importa notare, che si argomenta dal contesto, essere tali forami sbocchi di canali venosi diploetici e pei quali pure corrono delle arteriuzze molto esili accompagnanti di solito le vene diploetiche, non che le emissarie. Anche al forame ovale va un solco o doccia che muove da un forame situato a' lati del corpo dello sfenoide al di sotto della doccia carotico-cavernosa presso la radice della grande ala, e che è certamente un solco o doccia vascolare accogliente una venuzza diploetica, che esce per la estremità anteriore di esso forame ovale. (Fig. cit. λ, Tav. cit.), accompagnante essa il nervo crotafitico-buccinatorio di Paletta.

Forame ovale e spinoso e forametti sfenoidali. — Il forame ovale presenta molte particolarità che ho voluto ritrarre, mancandone in generale le figure che le dimostrino od essendone rare o sconosciute. Già è notato ch' esso anzi che ovale, può essere rotondo, ed essendo ovale può con la sua estremità esterna o posteriore degenerare in uno stretto solco, od incisura 10, Fig. 2, Tav. II, continua con il forame spinoso o piccolo rotondo che esso altresì può essere posteriormente aperto, e chiuso dalla rocca del temporale. L' incisura si chiude, ma nel suo principio talvolta rimane cangiandosi in un forametto, separato dalla estremità posteriore del forame per l' orlo semplicemente di questo forame (Fig. 7, v, Tav. II); forametto che è una ripetizione dello spinoso e che direbbesi antispinoso. Forse l' arteria meningea media accessoria, ramo della principale, solita ad entrare nel cranio per il forame ovale, vi entra per esso, accompagnata dalla sua venuzza e da un ramuscello nervoso datole dal nervo ri-

corrente o spinoso di Luschka (1). Il bordo posteriore del forame ovale non che dello spinoso, puó mancare, ed amendue i forami possono rappresentare una grande incisura, come nel feto, e formare un ampio forame solo con il lacero anteriore; la quale unione e confusione é costante in certi mammiferi p. es. nel cavallo. Tale comunicazione e confusione dei tre forami mentovati suol venir meno interamente nell' uomo, ma può rimanerne un vestigio per tutta la vita; vestigio consistente in una fenditura longitudinale dell' orlo posteriore del forame ovale; fenditura che vedi rappresentata dalla Fig. cit. Tav. II. E la detta fenditura avviene in questo modo. Da ciascuna estremità di quella grande incisura muove una laminetta ossea, e le due laminette 8, 9 vanno l' una incontro all' altra, ma non si uniscono con la loro estremità libera per formare la chiusura del forame; che l' una all' altra soprapponesi senza combaciarsi, lasciando per conseguente fra loro un' incisura, o la fenditura sopradetta comunicante col vano e del forame ovale e del lacero anteriore. Tale fenditura d' ordinario si chiude, rimanendo un piccolo forametto e talvolta due. Questi forametti peró possono avere altra sede vicina o tra la lingula e l' orlo posteriore o meglio la laminetta ossea posteriore costituente con l' anteriore il bordo interno del forame ovale, o vero nell' orlo medesimo, ma uno solamente, il quale può essere aperto, e rappresentare una piccola incisura, comunicante cosí con il vano del forame ovale. (Fig. 7, σ, Tav. II). Io non ho mai trovato questo forame doppio perfettamente, ma imperfettamente, partendo una linguetta ossea angolosa dall' orlo anteriore di esso e andando al posteriore senza aggiugnerlo. (11, Fig. 2, Tav. II).

Doccia della faccia esterna della grande ala dello sfenoide subito fuori del bordo anteriore del forame ovale e legamento innominato che converte la detta doccia in forame osteo-fibroso, pel quale passano i rami della porzione minore del quinto nervo cerebrale. Ossificazione del legamento, e conversione del forame osteo-fibroso in tutto osseo. Duplicità del forame. — Se si guarda esternamente il forame ovale, si vede cominciare dal bordo anteriore di esso una doccia 12, Fig. 8, Tav. III, che andando allo esterno ed anteriormente si dilegua sulla esterna superficie della grande ala, nella quale doccia si apre non di rado un esile forellino vascolare. Tale doccia accoglie il nervo crotaphiticus et buccinatorius di Paletta, ovvero tutti o quasi tutti i rami della porzione minore o motrice del quinto pajo dei nervi cerebrali. La

---

(1) Detto impropriamente di Luschka, poichè il nervicciuolo era conosciuto a Lieutaud, ed a Cotugno; ma contradetto da Portal, e da Wrisberg, fu confermatane l' esistenza da Grimaldi. Luschka non lo descrisse che nel 1850, ma poichè era caduto in dimenticanza, egli ha il merito d' averlo tolto dall' obblio. Arnold poi l' ha assai bene illustrato.

doccia a' suoi due estremi offre un piccolo tubercoletto, l' anteriore dei quali corrisponde all' estremità posteriore della radice dell' aletta esterna del processo pterigoideo o quivi presso, e non di rado è poco manifesto se non nullo; il posteriore alla estremità posteriore della doccia, e suol essere più sviluppato e puntuto con la punta rivolta verso l' altra estremità. Dall' uno all' altro di questi tubercoletti si estende un legamento 18, Fig. 9, Tav. III, che converte la doccia in un forame osteo-fibroso 19, entro il quale corrono i suddetti rami nervosi della porzione minore del quinto, ed il legamento serve ad un tempo a separare questa porzione od i suoi rami da quella della terza branca o branca mascellare inferiore procedente dal ganglio di Gaser. Siccome questo legamento va senza nome, potrebbe chiamarsi legamento innominato (ligamentum anonymum nobis). L' esistenza di tale legamento è costante, e così per conseguente il forame osteo-fibroso. Talvolta ne avviene, come di altri legamenti consimili, p. es. del pterigo-spinoso di Civinini, di quello della incisura del margine sopraorbitale ecc., l' ossificazione; nel qual caso il forame diventa, ben è chiaro, tutto osseo. Hyrtl s' abbattè in quest' osseo forame, ed atteso il suo rapporto con la porzione minore del quinto lo chiamò porus crotaphitico-buccinatorius, e l' ebbe per rarissimo, poichè in seicento crani non lo trovò che quattro volte (1). Per ciò che ho notato, il forame non è una rarità, ma una cosa ordinaria e normale. La rarità del forame da lui ammessa dipende senza fallo dal non aver' egli conosciuto il legamento innominato; che se l' avesse conosciuto, ne avrebbe qualificata piuttosto per rara l' ossificazione, e per raro l' essere il forame tutto osseo. Di tale rarità è però lecito dubitare, stante che in una quarantina di crani mi si è presentato tre volte, e qualora avessi voluto estendere le ricerche a seicento crani, l' avrei per avventura trovato un molto maggior numero di volte. In uno di quei tre crani che apparteneva ad un uomo settantenne, era a sinistra; in un altro che faceva parte di una piccola collezione di 22 crani dissoterrati a Bubaste, che per oltre un secolo fu sede dei Faraoni, crani avuti in dono dalla gentilezza del Sig. Console Cav. Carlo Mazzetti, era bilaterale; bilateralità della quale Hyrtl non fa motto, forse non occorsagli; in un terzo cranio, che era di fanciullo, teneva il lato sinistro ed era doppio, per una piccola tramezza ossea che dividevalo in due, come dimostra in 30, 31, 32, 33 la Fig. 10, Tav. III. Anche di questa duplicità nulla ha notato Hyrtl.

---

(1) Ueber der Porus crotaphitico-buccinatorius deim menschen (mit 1 Tafel), nel rendiconto dell' Accademia Imperiale di Vienna, 1862, pag. 111 e seg.

Troclea od incisura della estremità inferiore dell' aletta interna del processo pterigoideo, ed hamulus pterygoideus. — E poiché siamo alla faccia esterna della grande ala, colgo l' occasione per notare alcuna cosa risguardante i processi pterigoidei. Si suol dire che la parte superiore della fossa pterigoidea presenta una distinzione consistente in una fossetta allungata discendente, chiamata fossetta scafoidea. Tale fossetta termina d' ordinario alla metà circa dell' aletta interna; ma subito sotto suol cominciare un solco che si allarga discendendo, e si apre come in un' incisura all' apice od estremità inferiore dell' aletta medesima. Io poi ho trovata più volte la fossetta navicolare lunga quanto l' aletta interna, restringendosi però a quel limite, e terminare fendendosi essa stessa a quell' apice, costituendo la troclea o solco che voglia dirsi, per il tendine del muscolo sfeno-salpingo-stafilino; troclea, o solco ben distinto dall' hamulus pterygoideus, e che altro non è che quell' incisura dell' estremità inferiore dell' aletta. Posto ciò, parmi linguaggio non conforme al vero dire che nella base dell' hamulus sta la troclea o il solco nominato, nè quindi esatto chiamarlo sulcus hamuli, ma dovrebbe chiamarsi solco o meglio incisura della estremità inferiore dell' aletta interna, data esclusivamente al tendine del muscolo sopradetto, ned essere in corrispondenza della troclea la base dell' hamulus, ma dell' orlo o margine interno della troclea come da suo principio od origine, essendo che da esso margine interno esso hamulus discende, come particella distinta, sviluppantesi per un germe osseo proprio che si salda per tempissimo a quel margine (1). Questo, dirò così, ossetto distinto appartiene pure ad altre parti od è pure ossetto di altre parti, cioè del legamento pterigo-mascellare continuo con la fascia buccinatoria, o buccinato-faringea, e che serve di tendine di origine al muscolo buccinatorio non che ad un fascio del muscolo costrittore superiore della faringe.

Forame carotico interno. — Non lascierò il forame carotico interno ω, Fig. 1, Tav. I, Fig. 2, Tav. II, benchè si trovi abbastanza bene rappresentato, ma non del tutto nella varietà di sua formazione, e benchè di esso abbia assai poco a notare. Si vede limitato esternamente dalla lingula 3, che lo separa dal forame lacero anteriore, e che può essere molto lunga da sorpassare il forame carotico stesso, o vero men lunga da giugnere appena, anzi non aggiugnere l' apice della rocca del temporale; nel quale caso va a lei incontro la linguetta 2, che spesso manca, e che muove dalla estremità esterna od inferiore di una piccola incisura arcuata 1, dell'apice della porzione petrosa al margine inferiore anteriore di questa porzione in confine

(1) Vedi: Origine et develloppement des os par Rambaud etc. Paris 1864, pag. 110-114.

della parte inferiore della doccia su cui poggia il quinto pajo dei nervi cerebrali; la quale linguetta potrebbe chiamarsi lingula petrosa per distinguerla dall' altra da denominare lingula sfenoidale, e sfenoidale esterna, essendovene ancora una interna pur sfenoidale 4, che proviene dall' angolo inferiore della lamina quadrilatera, la quale lingula incede trasversalmente all' esterno, e si articola con la estremità interna della piccola incisura arcuata dell' apice della detta porzione; ma non sempre così; poichè talvolta s' insinua con la estremità esterna in un solchetto a lei corrispondente del detto apice; o vero si articola con l' ossetto 5, chiamato impropriamente sesamoideo di Cortese, e passa al davanti di questo per aggiugnere quell' apice. Questa lingula sfenoidale posteriore od interna può essere da un lato dilatata al doppio dell' ordinario, e porta continuamente nella sua faccia posteriore una doccia, che va dallo indietro in avanti, limitata superiormente od internamente da una spina o dente aguzzo 51, che muove dal lato esterno della metà circa della lamina quadrilatera; spina separata dal processo clinoideo posteriore per una piccola incisura. La detta doccia corrisponde all' estremità anteriore del seno petroso inferiore, e può essere convertita in un forame osteo-fibroso da un legamento che da quel dente va all' apice della rocca temporale, o dell' anzidetta lingula 4, il quale legamento ossificandosi converte il forame osteo-fibroso in tutto osseo, forame detto petro-sfenoideo da Gruber (1). Pare che tale forame rispetto a quell' estremità del seno possa avere la medesima importanza che ha p. es. la fascia cervicalis rispetto alle vene jugulari. Come la lingula sfenoidale esterna sembra formarsi per un' ossificazione distinta, onde può trovarsi separata ed implicata nella dura madre (Soemerring), così se non in totalità, in parte l' interna, rimanendone la base attaccata all' angolo inferiore della lamina quadrilatera, nel quale caso si ha corrispondentemente nell' orlo del forame carotico interno del cranio macerato una interruzione. Si vede infine, essere il restante del detto forame limitato da un arco 6, che segna il principio della doccia carotico-cavernosa.

Ossetto incuneato tra la tuba Eustachiana ossea e la cavità glenoide del temporale. Fessura del Glaser talvolta distinta in tre forami imperfetti. Sbocco esterno del forame jugulare spurio di Luschka. Forellini della superficie articolare gleno-zigomatica, forse estesa anche allo sfenoide? — Nella faccia esterna inferiore della porzione di osso temporale corrispondente alla fossa media della base del cranio (Fig. 11, Tav. III) si nota un ossetto, o laminetta ossea piramidale 34, incuneata nella metà o terzo interno della fessura del Glaser 35, con la base contro

(1) Mémoires cit. Serie VII, Tom. I, N. 3.

il lato esterno della spina angolare dello sfenoide, la quale laminetta costeggia la parete anteriore della porzione ossea della tuba Eustachiana, e nei giovanetti forma un ossetto distinto che può separarsi, e che col tempo può unirsi per sinostosi al margine anteriore di quella fessura. Dall' apice dell' ossetto andando all' esterno occorre nella fessura la foce del canaletto di Civinini, al davanti e al di dietro del quale hanno le vie percorse dall' arteriuzza timpanica e dal muscolo esterno del martello o rilasciatore maggiore della membrana del timpano. Le dette vie sono talvolta separate da due dentelli ossei 36 dalla foce del canaletto di Civinini, i quali dentelli sono più o meno sviluppati, e può anche non esservene che uno solo. Ho già detto superiormente delle varietà di sbocco del forame jugulare spurio di Luschka. Nella cavità glenoide del pari e nella faccia articolare della radice trasversa dell' apofisi zigomatica occorre talvolta un qualche forellino vascolare 38, 39; e in detta radice un vestigio di sinostosi che ha l' aspetto di leggier sutura **, testimonio esso dello svilupparsi l' apofisi zigomatica per un germe osseo proprio. Henle reca ad Hyrtl l' avere osservato che la faccia esterna della spina angolare dello sfenoide concorrerebbe alla formazione della superficie articolare del temporale data all' articolazione temporo-mascellare (1). Per quanto mi habbia cercato, non mi è venuto d' incontrare sì fatta contribuzione della detta spina; contribuzione che non troppo mi capacita.

FOSSA POSTERIORE

Strato cartilagineo del cranio primordiale, che copre la lamina quadrilatera dello sfenoide. Solco trasversale di essa lamina non di rado manifesto in crani di fanciulli, rarissimo in quelli di adulti ecc. — Nella parte media della fossa posteriore della base del cranio trovasi sulla lamina quadrilatera dello sfenoide di crani fetali non che di fanciulli uno strato cartilagineo continuo con quello della sincondrosi sfeno-occipitale, e della fossa pituitaria, qualora sia anche cartilaginea; strato che persiste a lungo dopo la nascita, e che spesso colla macerazione neppure si perde, e rimane aderente alla detta lamina, come un velo che, secco che sia, mentisce l' aspetto corneo. Lo strato in discorso sopramonta il margine superiore della lamina quadrilatera, e sembra ivi ossificarsi separatamente, ed ha ai lati sino agli angoli superiori della lamina una epifisi che appartiene a' processi clinoidei posteriori che si ossificano, come fu detto, per un germe osseo lor proprio, che rimane a lungo di-

(1) Op. cit. Tom. cit. pag. 119.

stinto, e che nella macerazione de' crani di fanciulli per lo più si perde, così che gli angoli superiori di essa lamina appariscono tronchi. Nella lamina medesima di sfenoidi di fanciulli, e di giovanetti trovasi non di rado un solco trasversale 41, Fig. 6, 7, Tav. II, ma rarissimamente di adulti (1); solco che la divide in due parti, una superiore e l' altra inferiore. La superiore è, secondo che avviso, il vero dorso 42 della sella, l'inferiore il clivus sphenoidalis 43. Non vo' lasciare che al solco trasversale descritto par corrisponda un prolungamento della corda dorsale resosi superficiale e terminante a quel solco (2). Nello spazio frapposto a' processi clinoidei posteriori occorre un' incisura lunata (Fig. 6, Tav. II), la quale può venir meno per un tubercolo osseo 47, che sorge da essa (Fig. 2, Tav. II), chiamato da D'Ajutolo processo clinoideo intermedio ai posteriori (3). Questo tubercolo fu rappresentato da Cloquet (4) e da Bourgery (5), ma non descritto, e sembra anomalo. Sarebbe mai che esso rappresentasse l' estremità terminale non iscomparsa della corda dorsale, che fattasi permanente si è ossificata ed ipertrofizzata?

Lamina ossea ripiegata posteriormente in basso originata dal margine superiore della lamina quadrilatera. Sua articolazione a cerniera; forellini vascolari dietro esso lei e stiletto del processo clinoideo posteriore. — Dal margine superiore della lamina quadrilatera può muovere una laminetta ossea 48, che discende ripiegata dietro il dorso della sella (Fig. 7, Tav. II), e che parmi ritratta da Albino (6) e da Caldani (7) e che a destra ho veduto molto dilatata muovere anche dal processo clinoideo posteriore, e andare verso la punta della rocca petrosa. (Fig. cit. Tav. cit. 48). Gruber descrive una lamina ossea nel tentorio, articolata a cerniera col processo clinoideo posteriore, la quale co' suoi movimenti seguirebbe quelli del cervello, lamina normale nel Rhinoceros Tichorhinus, secondo Cuvier (8). Pare che tale lamina non debba confondersi con la sopradetta, salvo che non vogliasi credere unita per anchilosi o per sinostosi con la lamina quadrilatera, e il detto processo

(1) Io non ho trovato questo solco in crani d' adulti che una volta, ed è stata nel cranio ritratto nella Fig. 1, Tav. I, in 41.

(2) Vedi Kölliker. Embryologie etc. Paris 1882, pag. 460 e segg.

(3) Su di un caso raro di ernia diaframmatica lipomatosa con altre particolarità anatomiche della pleura destra e dello sfenoide, nel Vol. XIV della Serie VI del Bullettino delle Scienze Mediche di Bologna, anno 1884.

(4) Anatomie de l' homme. Bruxelles 1829, Planche XV, fig. 4.

(5) Anatomie descript. Paris 1832, Planche XXIV, fig. 2.

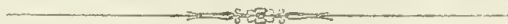
(6) Tabulae ossium humanorum. Leiden 1753, Tab. V, fig. 6.

(7) Tabul. anat. Venetiis 1801, Tab. XII, fig. 7.

(8) Abhandlungen aus der Menschliche und vergleichenden Anatomie. St. Petersburg 1852, S. 1, Fig. 1, bis 3.

clinoideo. Pensando all' esistenza di un' articolazione ginglimoide nel detto luogo, mi é sovvenuta intorno alla sua formazione una congettura che non mi é parsa spregevole, e che per ció espongo, ed é che l' articolazione mobile non appartenga veramente a quella lamina, ma al processo clinoideo cui é unita, cioé all' articolazione di esso con la lamina quadrilatera, la quale essendo una sincondrosi, che si ha a convertire in sinostosi, si é invece convertita nel suo contrario, come da principio avviene per le diartrosi. Dietro poi quella lamina hanno dei forellini, od un forame più largo, i quali conducono alla fossa pituitaria, e danno il passaggio a venuzze che mettono in comunicazione il seno trasverso e petroso inferiore con il circolare del Ridley. Notabile é lo stiletto de' processi clinoidei posteriori e lo straordinario allungarsi di esso, massime nel destro, verso l' apice della porzione petrosa del temporale senza peró aggiugnerlo (Fig. 2, Tav. II), essendoché sembra che tale stiletto stia in luogo di quella lamina, la quale in cambio di essersi distesa in larghezza si é ristretta, e conformata a cilindro. Termineró dicendo che nessuno potrebbe in verun modo confondere con la Gruberana l' altra lamina 49, Fig. 12, Tav. III, non essendo essa libera, ma aderente alla parte destra del dorso della sella, e non compresa, ma sol coperta dalla dura madre. Se mal non mi appongo, parmi che questa lamina non dipenda da parziale ossificazione della cartilagine primordiale, ma da ossificazione dell' estremità terminale della corda dorsale deviata a destra, compianata, e dilatata, o distesa in larghezza.

Squama ossea elittica che dal clivus sphenoidalis si estende in giù per la doccia basilare, e linea sinostotica corrispondente al solco di Schwegel. — Dal solco trasversale che distingue il dorso della sella dal clivus sphenoidalis, si estende in giù anche per la doccia basilare dell' occipite fino al punto, dove si trova non di rado un rilievo trasversale, una squama elittica limitata da un sottil solco avente una qualche interruzione e completato da qualche forellino vascolare. (43, 44, Fig. 1, Tav. I). Questa squama ossea rappresenta un wormiano squamoso interno di Hunauld, formato cioé dalla sola tavola interna delia porzione basilare e del clivus predetto, falso wormiano, di Hyrtl, ed aggiugneremo interno. La sua lunghezza é di millim. 16, la larghezza di millim. 12. Questa particolarità non mi é apparsa che una sola volta. Esaminando peró la doccia basilare trovasi per solito nella sua parte media una fossetta della forma di quel wormiano, non sempre cosi estesa, ma limitata solo alla porzione basilare ; fossetta circoscritta da un legger orlo che ha l' aspetto della linea sinostotica interna tra porzione basilare dell' occipite e corpo dello sfenoide. Tale fossetta corrisponde al bulbo della midolla allungata, e direbbesi bulbosa. Uom qui potrebbe domandare se quella

scaglia ossea o falso wormiano si ha a riferire al cranio primitivo, o vero alla corda dorsale ivi esternatasi ed ossificatasi, contornata dalle parti laterali ossee, e non coperta da esse, come avviene nei corpi delle vertebre ch' entro loro rinchiudonla. Io non vorrò por mano a rispondere ad una simile quistione, non avendo alcun dato sufficiente su cui fondare una congettura che possa aver faccia di vero. In qualche raro caso si è trovato nella doccia basilare un solco trasversale (solco di Schwegel), ad eguale distanza fra esso e sinostosi occipito-sfenoidale, e fra esso e sinostosi basio-condiloidea (1). Questo solco corrisponderebbe mai alla unione dei due germi ossei anteriore e posteriore, onde si forma la porzione basilare dell' occipite, e dove talvolta scorgesi una traccia di sinostosi? (45, Fig. 12, Tav. III). Può il germe osseo anteriore mancare, onde la porzione basilare riesce molto corta e ridotta come ad un segmento anulare. La quale particolarità mi venne, già tempo, di vedere in un Anencefalo. Anche al di sopra di tale segmento può trovarsi una linea trasversale sinostotica, dalla quale si eleva alquanto la sostanza ossea verso il grande forame occipitale, e tale rilievo osseo trasversale (46, Fig. 12, Tav. III), segna l' inserzione di fasci legamentosi pertinenti all' apparecchio legamentoso di Weitbrect, non che al ramo superiore del legamento crociato, e forse anche al legamento sospensorio dell' apofisi odontoide, il quale ognun sa essere porzione della corda dorsale rimasta a formarlo. Sui lati è notabile il forame osseo anomalo 57, Fig. 1, Tav. I, situato al margine inferior posteriore della rocca temporale, il qual forame è di norma un' incisura convertita in forame osteo-fibroso per una laminetta membranosa o legamentosa qui ossificatasi. Il forame conduce ad un breve canaletto che sbocca esternamente tra il forame jugulare e carotico esterno; forame e canaletto percorsi dal nervo glosso-faringeo. E qui pongo fine al novero delle particolarità osteologiche della base del cranio. Altre ve ne sarebbero, ma per brevità ometto, molto più che per esse può bastare l' ispezione delle figure, non che quel tanto, piuttosto esteso, che ne ho scritto nella loro spiegazione. Saranno per avventura alcuni i quali vorranno imputarmi d' essere stato troppo minuzioso nelle ricerche del pari e nella esposizione loro. Tale si riesce di solito a chi non è dell' arte; ma di questa taccia mi assolve pienamente il sapientissimo adagio *Natura in minimis tota.*

(1) Vedi Henle. Op. cit. Tom. cit. pag. 103. Schwegel avrebbe veduto cotal solco in due crani.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I.

Fig. 1. — Base del cranio ritratta dalla faccia interna, nella quale apparisce il tetto proprio o primitivo delle cellule etmoidali, divenuto permanente, l' unione ossea de' processi clinoidei, una scaglia ossea occupante il clivus sphenoidalis ed una parte della doccia basilare ecc.

TAVOLA II.

Fig. 2. — Porzione della base interna del cranio corrispondente alle fosse anteriore e media, ove si dimostra il tetto secondario od avventizio delle cellule etmoidali, nulla papiraceo, formato da un wormiano, costituito da un pezzo delle porzioni orbitali, da queste distaccatosi e reso indipendente, ma unitosi con la porzione o lamina cribrosa dell' etmoide; un wormiano orbitale misto, un forame posto davanti del tubercolo della sella equina o turcica ecc.

Fig. 3. — Corpo ed ali dello Ingrassias di un feto novimestre, dove apparisce il forame situato davanti il tubercolo della sella, ed un' incisura corrispondente all' emissario del seno cavernoso.

Fig. 4. — Forame ottico destro, e doccia o canale oftalmico inferiore esterno, ingranditi.

Fig. 5. — Forame ottico sinistro, e doccia o canale oftalmico inferiore interno, ingranditi. Per queste doccie o canali vedi il testo.

Fig. 6. — Sfenoide rappresentato dalla faccia interna dove apparisce particolarmente il forame emissario del seno cavernoso, il germe osseo del processo clinoideo posteriore, germe che é come epifisi a' lati del margine superiore della lamina quadrilatera dello sfenoide, ecc.

Fig. 7. — Sfenoide pur veduto dalla faccia interna, in cuiappariscono varie particolarità riguardanti i suoi forami ed una lamina ossea unita al processo clinoideo posteriore destro non che al margine superiore della lamina quadrilatera ecc.

TAVOLA III.

Fig. 8. — Doccia nella faccia esterna della grande ala dello sfenoide subito fuori del margine anteriore ed esterno del forame ovale, doccia accogliente i rami del nervo crotafitico e buccinatorio di Paletta o porzione minore del quinto nervo cerebrale.

Fig. 9. — Legamento che converte in forame osteo-fibroso la detta doccia, pel quale passano i rami del nervo crotafitico-buccinatorio anzidetto; legamento senza nome (ligamentum anonymum nob.).

Fig. 10. — Il legamento innominato ossificatosi, e diviso il forame osseo che ne risulta, in due da un tramezzo osseo.

Fig. 11. — Osso temporale veduto dalla superficie esterna, dove si vede un ossetto incuneato tra la tuba Eustachiana ossea e la porzione squamosa, lo sbocco esterno del forame jugulare spurio di Luschka, e varie particolarità della fessura del Glaser ecc.

Fig. 12. — Lamina quadrilatera dello sfenoide e doccia basilare, traccie del solco di Schwegel ecc.

Nelle Figure delle tre Tavole non sono indicate con lettere o numeri ordinariamente che le parti solo delle quali è tenuto proposito nel testo; essendo per le altre più che bastante l' ispezione semplicemente delle Figure e la loro spiegazione. In esse tutte poi le medesime lettere indicano i medesimi oggetti.

a, *b*, lamina orizzontale dell' etmoide distinta in due porzioni, *a* porzione cribrosa, *b* porzione non cribrosa, o tetto proprio o primitivo delle cellule etmoidali.

c, tetto secondario od avventizio delle cellule etmoidali formato da un wormiano.

d, forame etmoidale anteriore.

*d**, solco corrispondente al tragitto intracraniense del nervo etmoidale.

e, forami etmoidali medii.

f, forame etmoidale posteriore.

g, wormiano orbitale squamoso interno di Hunauld, o falso orbitale di Hyrtl, formato semplicemente dalla tavola vitrea o interna.

h, i, altro wormiano in parte falso ed in parte vero di Hyrtl, wormiano che dirò misto: la porzione che è formata da amendue le tavole, cioè vitrea ed esterna, è la segnata *i*.

k, un wormiano sfenoidale.

l, forellino incostante nella parte media del piano o doccia corrispondente al chiasma dei nervi ottici.

m, questo stesso forame largo nel feto, costituente il principio di un canale che attraversa il corpo sfenoidale da banda a banda.

n, indizio di un solco antero-posteriore e forellini della fossa ipofisaria o pituitaria.

p, forame o canale ottico circoscritto da

q, r, che sono le radici delle piccole ale o processi ensiformi dell' Ingrassias, che offrono in *o* le ale minime di Luschka. La radice *r*, presenta un forellino, ed è perciò bicrure.

*r**, il detto forellino, che dirò bicrure, il quale talvolta è largo, e sarebbe proporzionato alla grossezza dell' arteria oftalmica. (Fig. 2, Tav. II). Uom potrebbe credere che la detta arteria anzichè per il forame ottico, entrar potesse nell' orbita talvolta anche per esso, ed altresì che la laminetta ossea trasversale di Henle, la quale divide in due compartimenti il forame ottico, esser potesse la gamba superiore della radice *r*: la quale interpretazione sarebbe diversa da quella che leggesi nel testo, pag. 293.

s, t, solco o doccia oftalmica convertita in forame da una laminetta fibrosa come legamento, che può ossificarsi, pel quale forame osteofibroso corre l' arteria oftalmica. Vedi il testo, pag. 292.

u, processo clinoideo anteriore, nel quale persiste a lungo la traccia della sua sincondrosi o sinostosi, ed in questa un forellino nutrizio.

v, questo medesimo processo molto allungato, e prolungato verso il posteriore senza aggiugnerlo.

x, questo processo con una fenditura che mette in una cavità avente nel fondo un forellino comunicante con l' orbita.

y, apparenza che sembra di sutura dentata già chiusa.

z, processo clinoideo medio, unito con l' anteriore ed altresì col posteriore.

&, processo clinoideo posteriore.

α, germe osseo ancora separato, od unito semplicemente per sincondrosi con il margine e l' angolo superiore della lamina quadrilatera dello sfenoide.

β, travetta ossea che unisce il processo clinoideo posteriore & con l' anteriore *u*, senza che in quest' unione siavi l' intervento del medio che manca, od è appena indicato.

γ, doccia del seno cavernoso.

ϑ, forame conducente ad un canale emissario, od emissario della estremità anteriore del seno cavernoso.

ε, incisura del solco del detto emissario nel feto, la quale incisura è convertita in canale per l' unione della grande ala con il corpo dello sfenoide. Questo emissario ha un analogo in

ζ, che è il forame jugulare spurio di Luschka, forame che corrisponde con l' esterno 37.

η, seno petro-squamoso, al quale appartiene il forame jugulare spurio di Luschka.

θ, forame pel quale esce una vena diploetica che piega allo indietro, e passando per un forame corrispondente alla grande ala dello sfenoide sbocca alla superficie esterna di questa.

ι, breve solco, o doccia che termina al forame

$\varkappa$, che è l' ingresso ad un breve canale trasversale sboccante nel canale rotondo o forame grande rotondo. Il solco, o doccia ι, unisce i detti due forami.

λ, forame e solco venoso, che va al forame ovale.

μ, forame grande rotondo.

ν, forame ovale.

ξ, o, canaletti o forametti sfenoidali.

π, forame sfeno-spinoso, aperto posteriormente in ρ.

σ, forellino, od incisura del bordo interno del forame ovale, forellino analogo ai canaletti sfenoidali.

τ, altri forellini anomali nelle adiacenze del forame ovale.

υ, forellino presso l'estremità posteriore del forame ovale, forellino che è come un anti-spinoso.

ψ, canaletto innominato di Arnold, od incisura in luogo di esso.

χ, forame anomalo situato subito sotto il margine inferiore della fessura sfeno-orbitale; forame pel quale passa un ramo dell' arteria meningea media, forse la lagrimale?

ω, forame carotico interno formato da

1, piccola incisura arcuata o lunata dell' apice della rocca del temporale, la quale incisura termina non di rado nella

2, linguetta ossea che io chiamo lingula petrosa, la quale si unisce, o si reca a contatto della

3, lingula sfenoidale che dirò esterna per distinguerla dal processo formato dall' angolo inferiore della lamina quadrilatera che chiamerò

4, lingula interna.

5, sesamoideo detto impropriamente di Cortese.

6, arco sfenoidale formante internamente il forame carotico, arco terminato dalla lingula esterna ed interna sopradette.

7, forame lacero anteriore.

8, 9, due laminette ossee, una esterna e l' altra interna, costituenti il margine od orlo interno del forame ovale, fra le quali ha una larga fenditura che fa comunicare il forame ovale con il forame lacero anteriore.

10, solco che dalla estremità posteriore del forame ovale va al forame piccolo rotondo o sfeno-spinoso.

11, laminetta triangolare che tende a dividere in due il forame ovale.

12, doccia della esterna superficie della grande ala 13 dello sfenoide subito al davanti dell' orlo o margine anteriore del forame ovale, doccia terminata da due tubercoli, il posteriore dei quali é puntuto e piú sviluppato dell' anteriore che puó essere nullo, e spesso quasi nullo.

14, spina procedente dall' aletta esterna 15 del processo pterigoideo.

16, spina procedente dall' angolare 17 dello sfenoide.

18, legamento innominato (ligamentum anonymum nob.) che converte in forame osteo-fibroso la doccia 12.

19, il detto forame osteo-fibroso.

20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, rami della porzione minore del quinto, o nervo crotafitico e buccinatorio di Paletta, cioè 20, ramo temporale profondo posteriore da cui procede il 21 ramo masseterico; 22, ramo temporale profondo medio; 23, tronco buccinatorio, donde viene il 24 ramo temporale profondo anteriore; 25, ramo buccinatorio; 26, ramo pterigoideo esterno. Questi rami escono dal forame 19.

27, legamento di Civinini e forame del medesimo nome.

28, nervo alveolare o dentario inferiore.

29, nervo linguale.

30, il legamento innominato divenuto osseo e trasformante cosi in tutto osseo il forame osteo-fibroso, che in questo individuo é diviso in due per un piccolo tramezzo osseo, uno anteriore per il tronco buccinatorio, l' altro posteriore per il crotafitico.

31, il detto tramezzo osseo.

32, 33, i detti due forami, uno per il tronco crotafitico, l' altro per il tronco buccinatorio.

34, ossetto piramidale incuneato, fra la tuba Eustachiana ossea e la cavitá glenoide del temporale, applicato con la base contro la spina angolare dello sfenoide, e terminante con l' apice verso la metá della fessura del Glaser.

35, questa fessura presentante la foce del canaletto di Civinini per la corda del timpano.

36, due dentelli talvolta esistenti e dividenti la fessura in tre incisure o forami non interi, uno per la detta corda, l' altro per il muscolo esterno del martello, ed il terzo per l' arteria timpanica.

37, sbocco esterno del forame jugulare spurio di Luschka, sbocco vario di sito.

38, forametti vascolari incostanti della cavità glenoide.

39, analoghi forametti della superficie articolare della radice trasversa dell' apofisi zigomatica, e leggier traccia sinostotica **, che mentisce una sutura dentata.

40, lamina quadrilatera dello sfenoide.

41, solco molto incostante che divide superficialmente in due porzioni la lamina quadrilatera.

42, 43, le due porzioni della lamina quadrilatera, la 42 è il dorso della sella, la 43 il clivus sphenoidalis.

43, 44, squama ossea, o wormiano scaglioso di Hunauld, o falso di Hyrtl, perchè formato dalla tavola interna semplicemente, costituito dal clivus detto e dalla parte media della doccia basilare fin circa alla metà di questa. In tale wormiano ha la linea della sinostosi sfeno-occipitale, e vedesi nella superficie articolare corrispondente dello sfenoide un solco profondo *, che sembra corrispondere a una dilatazione della corda dorsale. (Fig. 6, Tav. II). Offre pure un simile solco la faccia articolare corrispondente della porzione basilare dell' occipite.

45, linea leggiermente rilevata ad apparenza sinostotica, linea rara ad incontrarsi, e che sembra corrispondere al solco di Schwegel.

46, rilievo della tavola ossea della porzione basilare, dato ad inserzioni legamentose.

47, tubercolo medio del margine superiore del dorso della sella, del quale tubercolo D' Ajutolo ha fatto un processo clinoideo intermedio ai due posteriori.

48, lamina ossea proveniente dal processo clinoideo posteriore, non che dal margine superiore della lamina quadrilatera, lamina compresa da quelle del tentorio.

49, altra lamina ossea applicata ed unita al dorso della sella, la quale lamina non so se debba considerarsi come una porzione distinta ossificata dello strato cartilagineo primordiale che copre la lamina quadrilatera nel feto e nei fanciulli, o vero una pertinenza della estremità terminale della corda dorsale, deviata a destra, dilatata ed ossificata.

50, lati della lamina quadrilatera sopradetta, dove appariscono tre processi, che dall' alto al basso sono il processo clinoideo posteriore &, la lingula sfenoidale interna 4, e la spina o dente aguzzo, o vero processo aculeato 51, separata da questo e da quella per due incisure semilunari, l' inferiore delle quali segna l' estremità anteriore del seno petroso inferiore o meglio lo sbocco del seno cavernoso nel petroso detto. La lingula sfenoidale interna 4, e la spina 51, molto dilatata

e adimata, sono unite insieme, Fig. 12, Tav. III, e sotto la dilatazione apparisce la doccia, o solco del seno petróso terminato inferiormente dalla lingula detta 4. Nella doccia medesima a sinistra ha ivi un forellino emissario.

52, questo seno, che offre in

53, un forame emissario.

54, un ossetto petro-basilare di Verga.

55, forame condiloideo anteriore, che a destra é doppio, e che sopra o vicino ad esso ha il

56, forametto vascolare.

57, forame osseo anomalo che ha la sua foce esternamente tra il forame carotico esterno, ed il forame jugulare, il quale forame anomalo suol essere una incisura convertita in forame osteo-fibroso da una laminetta membranosa o piccolo legamento, che qui si é ossificato (vedi Fig. 1, Tav. I) ed é divenuto forame osseo. Per questo forame esce dal cranio il nono nervo cerebrale, o nervo glosso-faringeo, già sempre separato dal vago per un tramezzo fibroso.

58, forame pertinente ad un canale venoso diploetico dell' occipite.

CORRIGENDA ET ADDENDA

pag. 307	linea 15	bicrure		intercrure
» 309	» 28	osseo il forame		osseo 19 + il forame
» 311	» 2	seno petroso		seno petroso inferiore

Fig. 1.

Fig 1.

Lit. G. Wenk e Figli — Bologna.

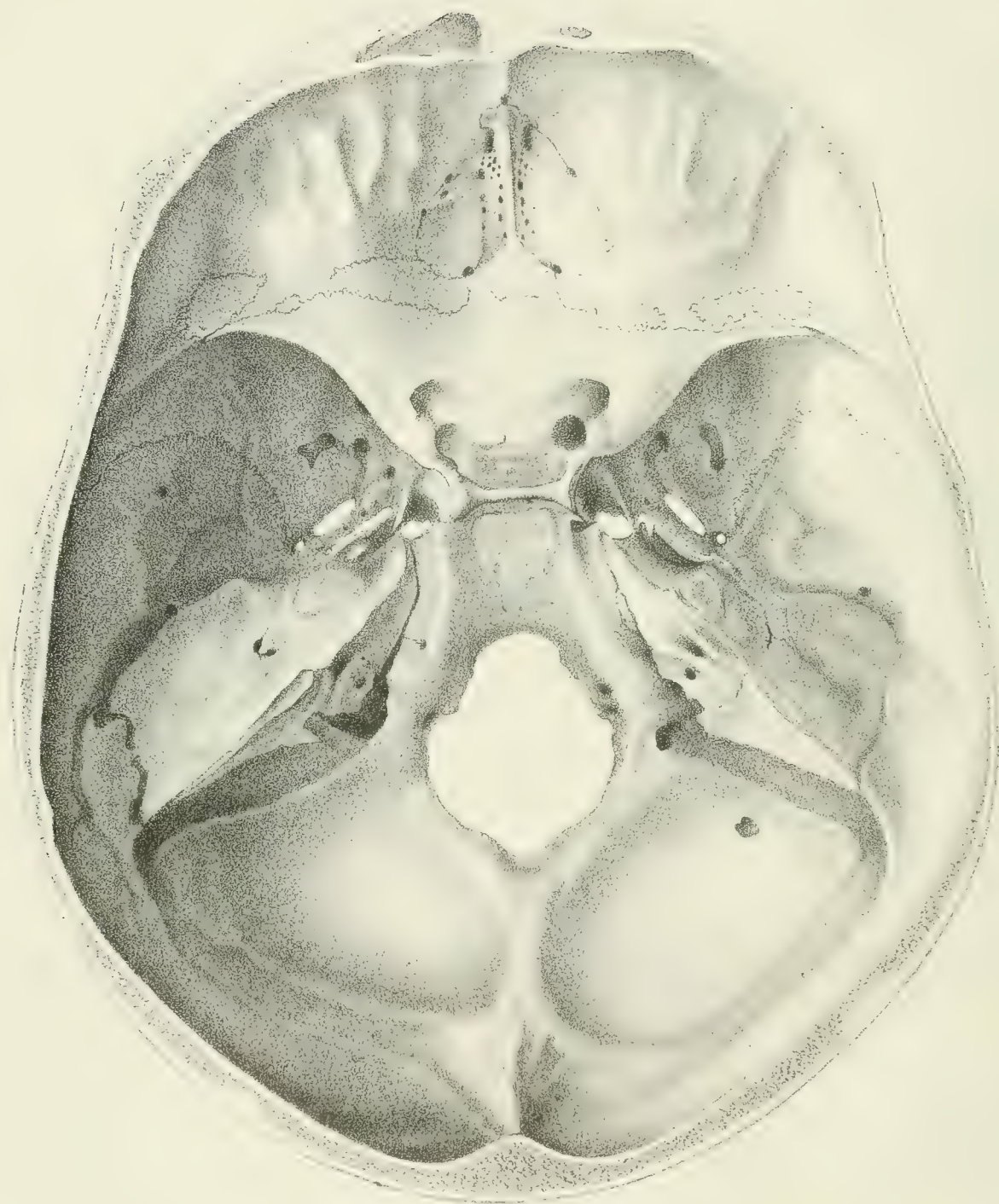
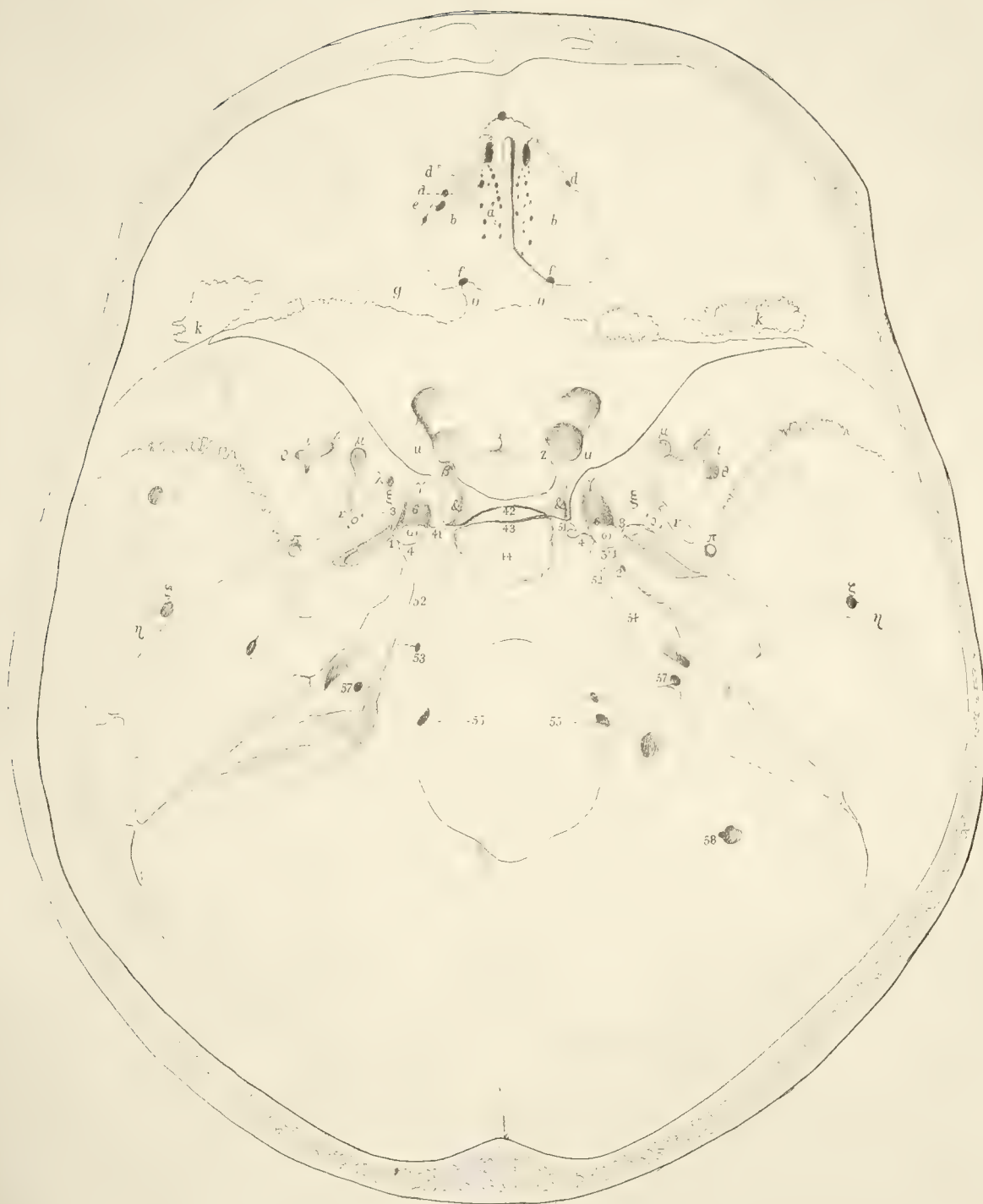
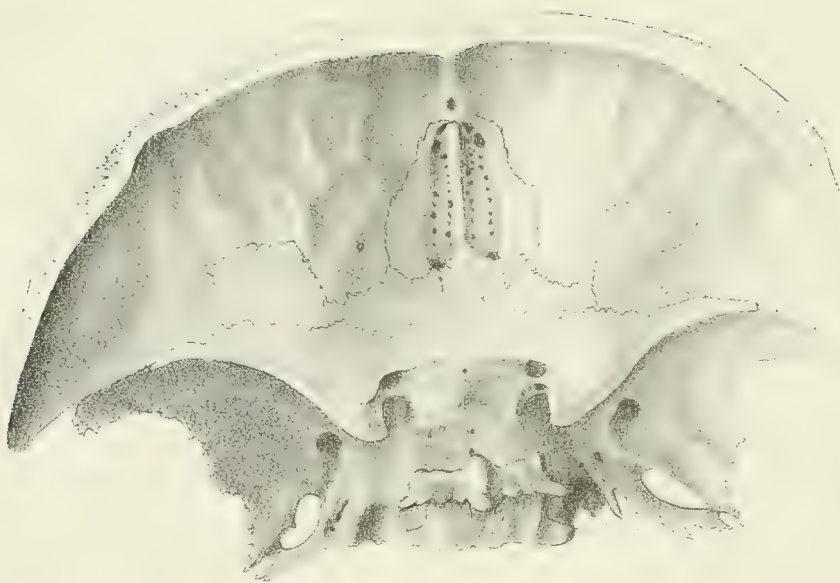
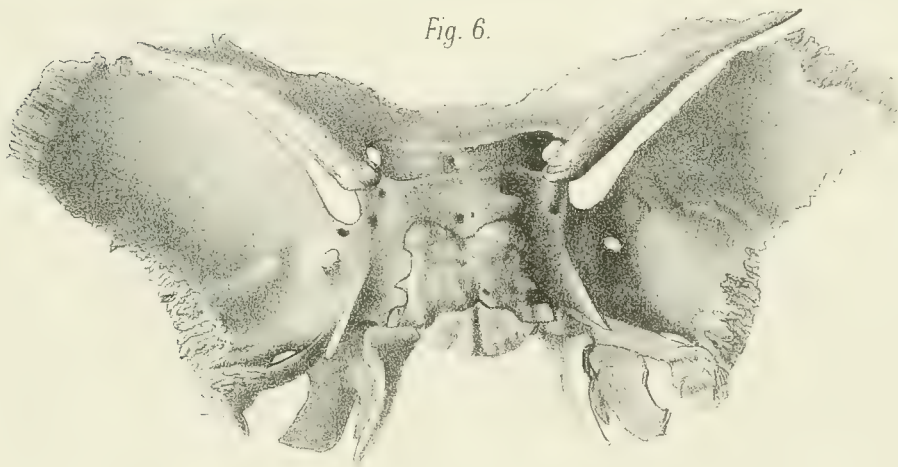
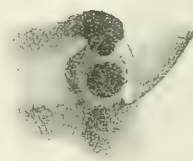
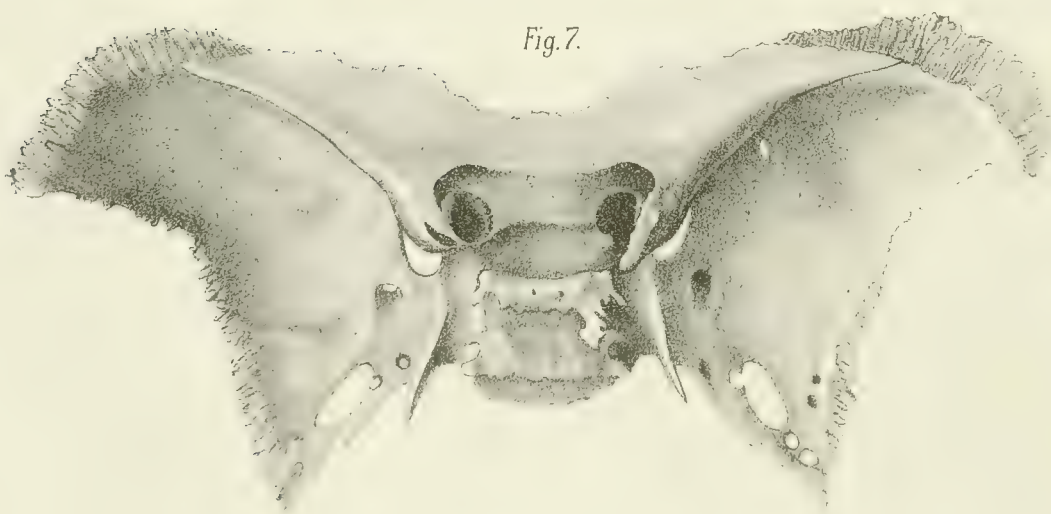
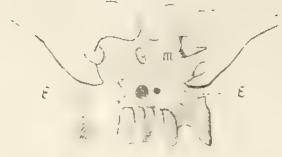



Fig 2.
Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 4.
Fig. 7.
Fig 5.

Lit. G. Wenk e Figli — Bologna.

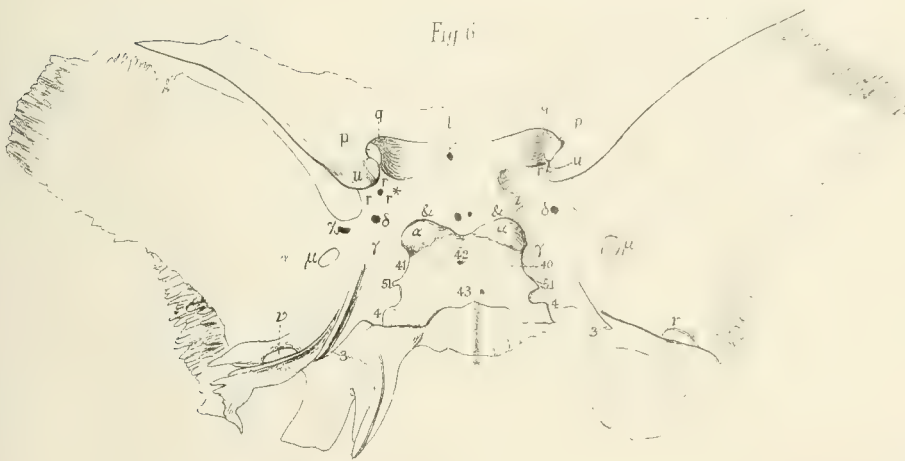
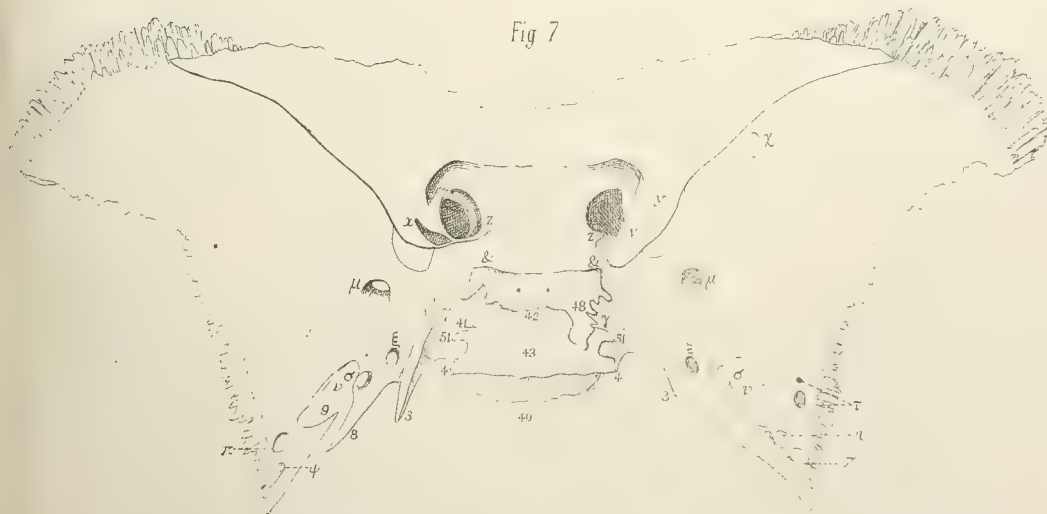
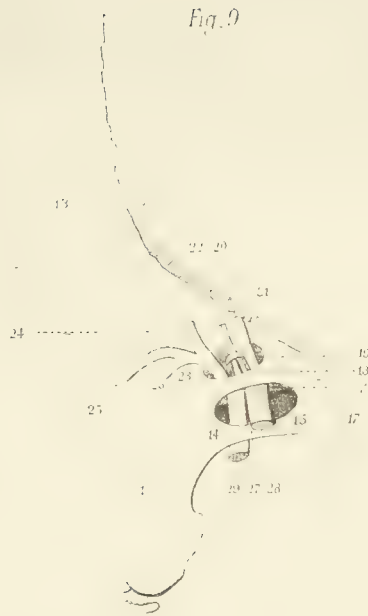
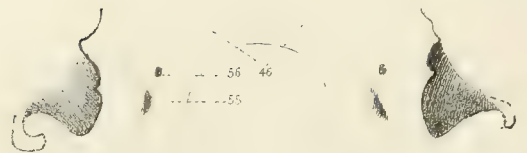



Fig. 8. *Fig. 9.* *Fig. 10.*

Fig. 11.

Fig. 12

E. Contoli, lit.

Lit. G. Wenk e Figli – Bologna

CONSIDERAZIONI

SULLA TEORIA MATEMATICA DELL'ELETTROMAGNETISMO

MEMORIA

DEL

PROF. EUGENIO BELTRAMI

(Letta nella Sessione del 14 Febbraio 1892).

Il punto di vista dal quale, nella presente Memoria, è considerata e discussa la teoria fondamentale dell' elettromagnetismo (intesa qui nel proprio senso della parola, cioè in quello di azioni mutue fra distribuzioni magnetiche e galvaniche), è sostanzialmente quello di Maxwell, nel primo Capitolo della Parte IV del *Treatise;* ed anche le deduzioni ulteriori sono qui esposte e coordinate in guisa da render ragione di quasi tutte le formole più importanti stabilite dal citato Autore negli altri Capitoli della stessa Parte IV. Senonchè mentre Maxwell, conformemente allo spirito che informa tutto il suo Trattato, moltiplica le allegazioni di fatti sperimentali, per averne guida nell' indagine delle leggi teoriche, qui prevale invece la tendenza a fondare queste leggi sul minor numero possibile di postulati; o, per meglio dire, trattasi qui piuttosto di veder chiaramente ciò che v' è di necessario e di indeclinabile nella mutua dipendenza fra le diverse parti della teoria, tralasciando d' insistere su quei non molti punti, del resto ben noti, in cui l' appello all' esperienza si rende assolutamente necessario per assicurare le basi della teoria stessa. Ed anche per alcuni di questi punti, come a cagion d' esempio per l' induzione magnetoelettrica, vengono qui esposte alcune considerazioni, d' indole molto ovvia, le quali conducono nel modo più diretto alle leggi che l' esperienza ha fatto riconoscere per vere.

Fra le varie ragioni per le quali i procedimenti usati da Maxwell hanno potuto lasciar sussistere qualche dubbio o qualche oscurità nelle menti di molti lettori la principale è forse la seguente. Una caratteristica notevolissima di quei procedimenti è la costante e simultanea contempla-

zione di due specie di forze, cioè di quelle che Maxwell chiama la *forza magnetica* e l' *induzione magnetica* (che è quanto dire la forza *apolare* e la forza *polare* della Memoria presentata lo scorso anno a quest' Accademia, sotto il titolo di *Considerazioni sulla teoria matematica del magnetismo*). Ora se non può sorgere dubbio circa la grandissima utilità, per non dire necessità, di considerare ad un tempo amendue queste forze, si può invece dubitare che i molteplici e disparatissimi aspetti sotto cui esse vengono introdotte ed usate da Maxwell, nel lungo corso delle sue svariate ricerche, sieno atti a lasciarne chiaramente comprendere la natura e l' ufficio reciproco; tanto più che il lettore incontra non di rado espressioni d' una sola e medesima quantità, formate or coll' una ed or coll' altra specie di simboli adoperati per designare le due forze. E che qualche incertezza possa realmente derivarne è mostrato dal fatto che il chiaro Poincaré, discutendo due delle più importanti di tali espressioni, fonda la sua scelta sopra considerazioni estrinseche, concludendo con queste parole: *Nous nous contenterons de ce double aperçu, en l' absence d' une théorie plus satisfaisante* (*Electricité et Optique,* I, p. 147).

Per rimovere ogni equivoco circa questo punto essenziale, conveniva in primo luogo svolgere compiutamente le formole dell' equivalenza fra distribuzioni magnetiche e galvaniche, e ciò è stato fatto nella prima parte di questa Memoria. Tali formole, forse non abbastanza note nella loro integrità (benchè già indicate da Thomson e da altri), ed in particolare non mai esplicitamente invocate da Maxwell, erano già state anteriormente dedotte e discusse in una Nota pubblicata nel 1883, nei Rendiconti dell' Istituto Lombardo; ma l' esposizione che qui ne vien data è più completa ed è presentata in una forma che quadra più direttamente cogli scopi elettromagnetici (*). In secondo luogo bisognava evitare, nello studio delle azioni mutue fra magneti e correnti, la considerazione esclusiva delle correnti lineari, mettendo invece in prima linea quella dei sistemi galvanici a tre dimensioni e tenendo anche conto della possibilità che uno stesso spazio fosse sede ad un tempo di polarizzazione magnetica e di flusso galvanico: il che pure è stato fatto nel seguito della presente Memoria. Per tal guisa ogni incertezza ha potuto essere eliminata, salvo tutt' al più circa un punto, che non è del resto discusso di proposito nemmeno da Maxwell, e che è il solo in cui intervenga la considerazione d' una forza cosidetta *elementare* (la forza ponderomotrice magnetoelettrica,

(*) Fra i lavori recenti sull' argomento va notata un' importante Memoria del 1889 di P. Duhem *Sur l' équivalence des courants et des aimants (Ann. de l' Ecole norm. sup.).* Se non che il precipuo obbiettivo dell' egregio Autore è di studiare il caso delle correnti *non chiuse,* partendo dalla teorìa di Helmholtz; epperò la maggior parte delle sue conclusioni esce dal campo del presente lavoro, ove non si studiano, con Maxwell, che *sistemi galvanici chiusi.*

§ 16): in questo caso la scelta è stata determinata dal più ovvio modo di riprodurre i risultamenti già noti e bene accertati.

Si è tralasciato di precisare ad ogni passo la corrispondenza fra le formole qui stabilite e quelle del Trattato di Maxwell, sia perchè queste formole ricorrono ivi più e più volte (sotto aspetti non sempre identici, a seconda degli scopi momentanei dell' Autore), sia sopratutto perchè l' Opera di cui si tratta è indubbiamente famigliare in ogni sua parte a tutti quelli che s' occupano di simili studii. Circa questo proposito giova aggiungere che il chiaro Boltzmann, nelle sue recenti ed interessantissime *Vorlesungen ueber Maxwells Theorie der Elektricität und des Lichtes* (Lipsia, 1891) ha manifestato, non senza buone ragioni, il desiderio che s' abbiano a mantenere inalterate, in ogni nuova trattazione di cose elettromagnetiche, le segnature maxwelliane. Nel presente lavoro ciò non potè farsi per non rimutare del tutto i molti simboli già introdotti nella precedente Memoria sul magnetismo, alla quale occorre spesso di far richiamo nella presente (ciò che avviene colla citazione del § o della formola, susseguita dalle lettere *M. M.*), ed anche perchè certe maniere semplici ed uniformi di designare i vettori, adoperate in questa e nella precedente Memoria, sembrano effettivamente d' uso assai comodo e forse preferibili, in massima, a quelle usate da Maxwell.

Ad evitare ripetizioni è bene dire fin d' ora come s' intendano costituiti i corpi, o sistemi di corpi, che si riguardano quali sedi di distribuzioni magnetiche o galvaniche. Una tal sede è designata di regola con (S, σ), intendendo con S il totale spazio da essa occupato e con σ l' insieme di tutte le superficie (*) che limitano questo spazio, o che lo dividono in parti in ognuna delle quali regni perfetta continuità di condizioni fisiche della materia che l' occupa e quindi anche di stato magnetico o galvanico in essa attuabile. Queste superficie possono presentare delle linee d' incontro (sia terminali, sia interne), la considerazione delle quali è indispensabile per la completa enumerazione di certe condizioni (§§ 3, 5), e che si riscontrano d' altronde necessariamente in ogni sistema di corpi eterogenei, a contatto fra loro lungo alcune parti di superficie.

V' è ancora una particolarità di cui conviene far menzione, ed è l' uso d' una certa rappresentazione idrodinamica (già indicata nella Nota del 1883) che comparisce dapprima nel § 4 e che viene invocata frequentemente nel seguito, in ispecie laddove si tratta di forze elettromotrici (§§ 19, 21). Anche questa rappresentazione si collega con ben noti concetti di Maxwell, benchè sia qui presentata in una forma alquanto più indeterminata: ma

---

(*) Per queste, come per ogni altra superficie che diventi oggetto delle seguenti considerazioni, si supporrà sempre che si tratti di superficie a *due* faccie distinte.

giova ad ogni modo avvertire che non devesi ad essa attribuire se non un valore illustrativo, qual è quello di certe costruzioni grafiche, così utilmente adoperate in altre ricerche. Salvo questa necessaria riserva, è certo che tale rappresentazione offre considerevoli vantaggi tanto per l'esposizione, quanto per l'indagine stessa, il che basta a giustificarne l'uso non solo nell'argomento qui trattato, ma anche in altri della dottrina elettromagnetica intesa in senso lato.

§ **1.** Nella teoria del magnetismo le componenti della forza polare G, emanante da un corpo magnetico S, di funzione potenziale

$$V=\int\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial a}m_a+\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial b}m_b+\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial c}m_c\right)dS,$$

sono state definite colle formole (§ 8, *M. M.*):

$$(1)\qquad G_x=F_x+4\pi m_x\,,\quad G_y=F_y+4\pi m_y\,,\quad G_z=F_z+4\pi m_z\,,$$

che le fanno dipendere dal momento locale m e dalla forza apolare locale F, di componenti

$$F_x=-\frac{\partial V}{\partial x}\,,\quad F_y=-\frac{\partial V}{\partial y}\,,\quad F_z=-\frac{\partial V}{\partial z}\,.$$

Ora è facile, con una considerazione ben nota, assegnare alle componenti della forza polare G altre espressioni, indipendenti da F.

Se infatti si pone:

$$(1)_a\qquad M_x=\int\frac{m_a dS}{r}\,,\quad M_y=\int\frac{m_b dS}{r}\,,\quad M_z=\int\frac{m_c dS}{r}\,,$$

si ottiene tanto

$$V=-\left(\frac{\partial M_x}{\partial x}+\frac{\partial M_y}{\partial y}+\frac{\partial M_z}{\partial z}\right),$$

quanto

$$\Delta_2 M_x=-4\pi m_x\,,\quad \Delta_2 M_y=-4\pi m_y\,,\quad \Delta_2 M_z=-4\pi m_z\,,$$

talchè si può scrivere:

$$G_x = \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial M_x}{\partial x} + \frac{\partial M_y}{\partial y} + \frac{\partial M_z}{\partial z}\right) - \Delta_2 M_x,$$

ossia

$$G_x = \frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial M_y}{\partial x} - \frac{\partial M_x}{\partial y}\right) - \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial M_x}{\partial z} - \frac{\partial M_z}{\partial x}\right).$$

Se dunque s' introducono tre nuove funzioni V_x, V_y, V_z colle formole:

$$(1)_b \qquad V_x = \frac{\partial M_z}{\partial y} - \frac{\partial M_y}{\partial z}, \quad V_y = \frac{\partial M_x}{\partial z} - \frac{\partial M_z}{\partial x}, \quad V_z = \frac{\partial M_y}{\partial x} - \frac{\partial M_x}{\partial y},$$

si ottiene:

$$(2) \qquad G_x = \frac{\partial V_z}{\partial y} - \frac{\partial V_y}{\partial z}, \quad G_y = \frac{\partial V_x}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial x}, \quad G_z = \frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y}$$

e queste sono le espressioni cui si alludeva.

Per ben comprendere la natura di quest' importante risultamento, conviene osservare che, sostituendo in $(1)_b$ le espressioni $(1)_a$ di M_x, M_y, M_z, si ottiene:

$$(2)_a \qquad \left\{ \begin{aligned} V_x &= \int\left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c} m_b - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b} m_c\right) dS, \\ V_y &= \int\left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a} m_c - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c} m_a\right) dS, \\ V_z &= \int\left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b} m_a - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a} m_b\right) dS, \end{aligned} \right.$$

donde apparisce che le nuove funzioni V_x, V_y, V_z appartengono allo stesso tipo dalla primitiva funzione V, corrispondendo a tre distinti stati magnetici del corpo S, in cui la primitiva polarizzazione

$$(m_a,\ m_b,\ m_c)$$

è rispettivamente surrogata dalle tre

$$(0,\ -m_c,\ m_b),\qquad (m_c,\ 0,\ -m_a),\qquad (-m_b,\ m_a,\ 0),$$

tutte orientate ortogonalmente alla primitiva. Queste tre funzioni V_x, V_y, V_z, che sono legate $(1)_b$ dalla relazione solenoidale

$$(2)_b \qquad \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z} = 0$$

(la quale per brevità si designerà con $[V_{xyz}] = 0$ o, più semplicemente, con $[V] = 0$, quando non vi sia luogo ad equivoco) e che servono ad esprimere direttamente, sotto la nuova forma (2), le componenti della forza polare in ogni punto ordinario dello spazio, costituiscono ciò che opportunamente si denomina la *terna potenziale polare* della distribuzione (m_a, m_b, m_c).

Delle due proprietà caratteristiche delle forze polari, la prima è messa in immediata evidenza dalle stesse nuove formole di definizione (2), le quali danno senz'altro

$$(2)_c \qquad \frac{\partial G_x}{\partial x} + \frac{\partial G_y}{\partial y} + \frac{\partial G_z}{\partial z} = 0, \quad \text{cioè} \quad [G] = 0,$$

per ogni punto ordinario dello spazio. La seconda si presenta come corollario d'un altro importante teorema, che nasce parimente dalla considerazione della terna polare V_{xyz}.

Considerando un pezzo *qualunque* σ di superficie, si ha (2):

$$\int G_n d\sigma = \int \left\{ \left(\frac{\partial V_z}{\partial y} - \frac{\partial V_y}{\partial z}\right)\frac{\partial x}{\partial n} + \left(\frac{\partial V_x}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial x}\right)\frac{\partial y}{\partial n} + \left(\frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y}\right)\frac{\partial z}{\partial n} \right\} d\sigma$$

ossia, per un ben noto teorema di Stokes (che verrà più volte invocato nel seguito),

$$(2)_d \qquad \int G_n d\sigma = \int_s (V_x dx + V_y dy + V_z dz),$$

ove s è il contorno del pezzo σ, percorso in senso positivo rispetto alla normale n. Il primo membro di quest'equazione rappresenta il *flusso di forza polare* G attraverso alla sezione σ, nel senso della normale n: questo flusso è dunque rappresentato anche da un *integrale lineare* preso lungo

il contorno della sezione medesima; e questo integrale è formato colle tre funzioni V_{xyz} nel modo semplicissimo che apparisce dalla precedente formola $(2)_d$.

La validità di questo teorema non è punto infirmata dall'eventuale presenza di superficie di discontinuità attraversanti il pezzo σ. Infatti esso sussiste per ciascuna delle parti in cui σ è diviso dalle dette superficie ed i due margini di ciascun taglio τ, necessariamente da percorrersi in sensi opposti, danno luogo a due integrali lineari

$$\int_\tau (V_x dx + V_y dy + V_z dz),$$

i quali si elidono, perchè le tre funzioni V_{xyz} sono, come la V, continue in tutto lo spazio.

Prendendo per σ un pezzo di superficie di discontinuità, si ottengono dall'equazione $(2)_d$ due valori eguali e contrarii per i due integrali

$$\int G_n d\sigma, \quad \int G_{n'} d\sigma,$$

donde consegue che si ha sempre

$$\int (G_n + G_{n'}) d\sigma = 0$$

e quindi anche, per ogni punto d'una superficie di discontinuità,

$$(2)_{d'} \qquad G_n + G_{n'} = 0:$$

e questa è la seconda proprietà caratteristica delle forze polari.

Le espressioni $(1)_b$ della terna polare V_{xyz} si mantengono invariate se alle tre funzioni M_{xyz} si aggiungono le omologhe derivate d'una funzione qualunque di x, y, z. Un corollario, utile a notarsi, di quest'ovvia osservazione è il seguente.

In virtù delle relazioni (1) si può scrivere $(1)_a$:

$$4\pi M_x = \int \frac{G_a dS_\infty}{r} + \int \frac{\partial V}{\partial a} \frac{dS_\infty}{r}.$$

Ma, per essere V funzione continua, annullantesi all'infinito come r^{-2},

si ha

$$\int \frac{\partial V}{\partial a}\frac{dS_\infty}{r} = -\int V \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a} dS_\infty = \int V \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x} dS_\infty :$$

dunque

$$4\pi M_x = \int \frac{G_a dS_\infty}{r} + \frac{\partial}{\partial x}\int \frac{V dS_\infty}{r} .$$

Ne risulta che, per quanto spetta al calcolo $(1)_b$ delle tre funzioni V_{xyz}, si possono anche attribuire ai simboli M_{xyz} i significati seguenti:

$$(2)_e \qquad M_x = \frac{1}{4\pi}\int \frac{G_a dS_\infty}{r}, \quad M_y = \frac{1}{4\pi}\int \frac{G_b dS_\infty}{r}, \quad M_z = \frac{1}{4\pi}\int \frac{G_c dS_\infty}{r} .$$

Può sembrare, a prima giunta, che queste altre espressioni, facendo dipendere la terna polare V_{xyz} dalla stessa forza polare G, che deve di regola determinarsi per mezzo di quella terna, non sieno per riuscire d'alcun vantaggio: ma si vedrà più tardi (§§ 5, 10 e 24) com' esse possano venire utilmente invocate. Si può aggiungere che, a differenza delle primitive espressioni $(1)_a$, le nuove $(2)_e$ soddisfanno alla relazione solenoidale $[M] = 0$; e ciò in virtù delle due proprietà fondamentali (testè ricordate) d'ogni forza polare.

§ **2.** In qualità $(2)_a$ di funzioni potenziali magnetiche, le tre funzioni V_{xyz} possono essere assoggettate alla trasformazione di Poisson. Egli è su tale trasformazione che si basa essenzialmente tutta la dottrina razionale dell'elettromagnetismo.

Usando i simboli j e $\mathfrak{j}$ per indicare ciò che, rispetto alla funzione V, si designò (§ 2 *M. M.*) con k ed h, cioè ponendo:

$$(2)_f \quad \begin{cases} j_a = \dfrac{\partial m_c}{\partial b} - \dfrac{\partial m_b}{\partial c}, \\[2ex] j_b = \dfrac{\partial m_a}{\partial c} - \dfrac{\partial m_c}{\partial a}, \\[2ex] j_c = \dfrac{\partial m_b}{\partial a} - \dfrac{\partial m_a}{\partial b}; \end{cases} \qquad (2)_{f'} \quad \begin{cases} \mathfrak{j}_a = Dm_c \cdot \dfrac{\partial b}{\partial n} - Dm_b \cdot \dfrac{\partial c}{\partial n}, \\[2ex] \mathfrak{j}_b = Dm_a \cdot \dfrac{\partial c}{\partial n} - Dm_c \cdot \dfrac{\partial a}{\partial n}, \\[2ex] \mathfrak{j}_c = Dm_b \cdot \dfrac{\partial a}{\partial n} - Dm_a \cdot \dfrac{\partial b}{\partial n}; \end{cases}$$

dove Dm_a, Dm_b, Dm_c indicano le differenze finite dei valori di m_a, m_b, m_c

in un punto (a, b, c) d'una superficie di discontinuità, e propriamente gli eccessi dei valori relativi alla faccia di normale n su quelli relativi alla faccia opposta, si ha:

$$
(3) \qquad \begin{cases} V_x = \int \frac{j_a dS}{r} + \int \frac{\mathbf{j}_a d\sigma}{r}, \\ V_y = \int \frac{j_b dS}{r} + \int \frac{\mathbf{j}_b d\sigma}{r}, \\ V_z = \int \frac{j_c dS}{r} + \int \frac{\mathbf{j}_c d\sigma}{r}, \end{cases}
$$

formole in cui σ designa il complesso della superficie di discontinuità e terminali; per le quali ultime si riterrà sempre la normale n essere l'*interna*, talchè per esse è da porsi

$$
Dm_a = m_a, \qquad Dm_b = m_b, \qquad Dm_c = m_c .
$$

Le nuove quantità $j_a, j_b, j_c, \mathbf{j}_a, \mathbf{j}_b, \mathbf{j}_c$ possono essere facilmente espresse mediante le componenti della forza polare G. Infatti dalle relazioni (1) si deduce immediatamente, $(2)_f$, per ogni punto ordinario,

$$
\frac{\partial G_z}{\partial y} - \frac{\partial G_y}{\partial z} = 4\pi j_x .
$$

Similmente si deduce, per ogni punto d'una superficie di discontinuità,

$$
DG_x = - D\frac{\partial V}{\partial x} + 4\pi Dm_x :
$$

ma, per note proprietà della funzione potenziale di superficie, si ha

$$
D\frac{\partial V}{\partial x} = - 4\pi h \frac{\partial x}{\partial n},
$$

epperò

$$
DG_x = 4\pi\left(Dm_x + h\frac{\partial x}{\partial n}\right), \text{ etc.},
$$

donde, $(2)_{f'}$,

$$
DG_z\frac{\partial y}{\partial n} - DG_y\frac{\partial z}{\partial n} = 4\pi \mathbf{j}_x .
$$

Si ottengono così le annunciate formole:

$$(3)_a \begin{cases} 4\pi j_x = \dfrac{\partial G_z}{\partial y} - \dfrac{\partial G_y}{\partial z}, \\ 4\pi j_y = \dfrac{\partial G_x}{\partial z} - \dfrac{\partial G_z}{\partial x}, \\ 4\pi j_z = \dfrac{\partial G_y}{\partial x} - \dfrac{\partial G_x}{\partial y}; \end{cases} \qquad (3)_{a'} \begin{cases} 4\pi \mathbf{j}_x = DG_z \dfrac{\partial y}{\partial n} - DG_y \dfrac{\partial z}{\partial n}, \\ 4\pi \mathbf{j}_y = DG_x \dfrac{\partial z}{\partial n} - DG_z \dfrac{\partial x}{\partial n}, \\ 4\pi \mathbf{j}_z = DG_y \dfrac{\partial x}{\partial n} - DG_x \dfrac{\partial y}{\partial n}, \end{cases}$$

dove, naturalmente, i primi membri sono da riguardarsi come nulli quando il punto (x, y, z) è fuori dello spazio S, rispetto alla prima terna, e fuori delle superficie σ, rispetto alla seconda.

Qui giova rispondere subito al quesito: Esistono distribuzioni magnetiche per le quali la forza polare G ammetta dovunque, come la forza apolare F, una funzione potenziale unica? Se le componenti G_x, G_y, G_z sono le derivate d'una stessa funzione, dev' essere $(3)_a$ $j_a = j_b = j_c = 0$ epperò $(2)_f$ le componenti del momento m devono essere le derivate di una stessa funzione di a, b, c; come del resto si poteva già concludere dalla primitiva definizione (1) delle componenti di forza polare. Questa condizione necessaria è anche sufficiente. Posto infatti

$$m_a = -\frac{\partial \varphi}{\partial a}, \quad m_b = -\frac{\partial \varphi}{\partial b}, \quad m_c = -\frac{\partial \varphi}{\partial c},$$

si ha

$$-V = \int \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a} \frac{\partial \varphi}{\partial a} + \cdots\cdots \right) dS = -\int \frac{\partial \varphi}{\partial r} \frac{dS}{r^2}$$

e quindi

$$-V = (\sigma)\varphi - U,$$

posto

$$U = \int \varphi \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial n} d\sigma$$

ed ammesso (a scanso di complicazioni non necessarie) che la funzione φ sia dovunque continua, talchè σ rappresenti il solo sistema delle superficie terminali. Di qui si ricava:

$$-\frac{\partial V}{\partial x} = (\sigma) \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{\partial U}{\partial x},$$

epperò

$$-\frac{\partial U}{\partial x} = F_x + 4\pi m_x$$

(ritenute nulle le componenti m_{xyz} fuori del corpo), vale a dire

$$G_x = -\frac{\partial U}{\partial x}, \quad G_y = -\frac{\partial U}{\partial y}, \quad G_z = -\frac{\partial U}{\partial z}, \qquad \text{c. d. d.}$$

In questa classe di distribuzioni magnetiche (che diconsi *lamellari*) rientrano più in particolare quelle per le quali $G = 0$, di cui si dirà al § 6.

§ **3.** Dalla terna d'equazioni $(2)_f$ si ricava:

$$\frac{\partial j_a}{\partial a} + \frac{\partial j_b}{\partial b} + \frac{\partial j_c}{\partial c} = 0, \qquad \text{cioè } [j] = 0. \tag{4}$$

Così dalla terna $(2)_{f'}$ si ricava:

$$(4)_a \qquad \mathbf{j}_n = 0.$$

A queste due proprietà evidenti delle quantità j, $\mathbf{j}$ se ne aggiungono altre due, non meno essenziali per l'ulteriore interpretazione delle quantità stesse.

S'immagini una terna (s, v, n) di direzioni ortogonali, congrua a quella degli assi (x, y, z); e la terza, n, di queste direzioni sia quella d'una delle normali a σ (superficie di discontinuità o terminale) nel punto (a, b, c). Calcolando, per mezzo delle formole $(2)_{f'}$, la componente $\mathbf{j}_v$ di $\mathbf{j}$ nella direzione v, la quale, come s, è quella d'una tangente alla superficie σ nel punto (a, b, c), si ottiene

$$(4)_{b'} \qquad \mathbf{j}_v = Dm_s.$$

Quest'equazione, insieme con $(4)_a$, tien luogo (a cagione dell'arbitraria orientazione dell'angolo retto (s, v) nel piano tangente alla superficie) di tutte tre le equazioni $(2)_{f'}$. La differenza Dm_s vi è presa nello stesso senso che in queste, se la normale n è la stessa in amendue i casi. Le due proprietà cui si è fatta allusione scaturiscono, come corollarii, dall'equazione $(4)_{b'}$.

Suppongasi, in primo luogo, che il punto (a, b, c) appartenga ad una linea di discontinuità, cioè ad una linea che serva di limite comune a più falde di superficie σ. Se la direzione s coincide con quella di tale linea in

quel punto, si hanno ivi più valori distinti di $\mathbf{j}_\nu$, fra i quali ha luogo la relazione necessaria

$$(4)_b \qquad \Sigma \mathbf{j}_\nu = 0 .$$

Basta infatti, dopo aver fissato arbitrariamente il senso di s, immaginare che la terna (s, ν, n) giri intorno all'asse s, e por mente a ciò che avviene quando l'asse n diventa successivamente normale alle varie falde di superficie σ, e l'asse ν tangente a queste falde medesime. Formando ciascuna volta la rispettiva equazione $(4)_{b'}$, coll'attribuzione del debito senso alla differenza Dm_s, si riconosce agevolmente che la somma di tutte queste equazioni riproduce in ogni caso il risultato $(4)_b$.

Si consideri, in secondo luogo, un pezzo semplicemente connesso σ_o di superficie σ, non contenente linee di discontinuità, e sia s_o il suo contorno, n la sua normale. Intendendo percorso questo contorno in guisa che la terna (s_o, ν, n) sia congrua a quella degli assi e che la normale ν ad s_o si diriga verso l'interno di σ_o, si ha $(4)_{b'}$:

$$\int \mathbf{j}_\nu ds_o = \int Dm_{s_o} ds_o ,$$

ossia

$$\int \mathbf{j}_\nu ds_o = \int_{s_o} (Dm_a \cdot da + Dm_b \cdot db + Dm_c \cdot dc) ,$$

donde, per il teorema di Stokes e per le formole $(2)_{f'}$,

$$(4)_c \qquad \int \mathbf{j}_\nu ds_o = \int (j_n + j_{n'}) d\sigma_o .$$

Si hanno così *quattro* distinte proprietà dei due *vettori* j e $\mathbf{j}$, cioè quelle che sono rappresentate dalle equazioni (4), $(4)_{a,b,c}$; e propriamente una, (4), che si riferisce al solo vettore j, due, $(4)_{a,b}$, che si riferiscono al solo vettore $\mathbf{j}$ e finalmente una, $(4)_c$, che stabilisce un nesso fra i due vettori. Il carattere di quest'ultima equazione è, in apparenza, diverso da quello delle prime tre, le quali sussistono per ciascun *punto* sia dello spazio S, sia delle superficie σ, sia delle linee s di discontinuità. Ma, come si vedrà nel § 5, la detta equazione può essere sostituita da un'altra equipollente, che riveste lo stesso carattere delle altre tre.

§ **4.** Le quattro proprietà testè stabilite per i vettori j, $\mathbf{j}$ possono ricevere un'interpretazione (meramente illustrativa) che giova mettere subito in rilievo.

È notissimo che designando con u, v, w le componenti della velocità d' un fluido, in un punto (a, b, c) ed in un istante t, e con ρ la densità, deve sempre sussistere la relazione

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial a}+\frac{\partial(\rho v)}{\partial b}+\frac{\partial(\rho w)}{\partial c}+\frac{\partial \rho}{\partial t}=0$$

(equazione di continuità), la quale, per un moto stazionario, si riduce a

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial a}+\frac{\partial(\rho v)}{\partial b}+\frac{\partial(\rho w)}{\partial c}=0.$$

Il confronto di quest' equazione colla (4) permette di considerare il vettore j come rappresentante il prodotto della velocità d' un fluido in istato di moto stazionario entro lo spazio S per la densità cubica del fluido stesso (cfr. il § 12 di questa Memoria). Resta però da esaminare come questo moto possa conciliarsi colla presenza delle superficie σ. L' equazione $(4)_a$ permette, alla sua volta, di considerare il vettore $\mathbf{j}$ come rappresentante il prodotto della velocità d' un secondo fluido, scorrente lungo le superficie σ, per la densità superficiale del fluido medesimo. Resta però qui invece da verificare se sien soddisfatte le necessarie condizioni di continuità, potendosi solo affermare senz' altro, sulla semplice scorta dell' equazione $(4)_b$, che lungo ogni linea s di discontinuità non ha mai luogo produzione nè distruzione di questo secondo fluido. Ora la quarta equazione $(4)_c$ risponde appuntino ad amendue le fatte riserve.

Infatti il suo primo membro, cioè l' integrale lineare

$$\int \mathbf{j}_\nu ds_0$$

misura la quantità di fluido della seconda specie che attraversa nell' unità di tempo la linea chiusa s_0, penetrando dal di fuori al di dentro del pezzo di superficie σ_0; il secondo membro, cioè l' integrale doppio

$$\int (j_n + j_{n'}) d\sigma_0,$$

misura invece la quantità di fluido della prima specie che effluisce dal detto pezzo di superficie σ_0, dirigendosi verso le due regioni separate da esso. Vi è dunque $(4)_c$ esatto compenso fra l' efflusso del fluido di prima specie e l' afflusso di quello di seconda specie, e ciò qualunque sia il pezzo di superficie σ_0 che si considera: donde segue che se il primo fluido si riguarda come risultante da una continua rarefazione del secondo e questo

come risultante da una continua condensazione di quello, è lecito affermare che la continuità e la stazionarietà del moto generale sono compiutamente assicurate, ovvero, in altre parole, che questo moto risulta da un insieme continuo di correnti fluide, costanti e chiuse.

Nulla impedisce, se piaccia, di fissare ad arbitrio la densità dell' uno e dell' altro fluido, e, per esempio, di porle amendue $=1$: non dimenticando, tuttavia, che si tratta di densità cubica per il primo e di densità superficiale per il secondo fluido. Ma una siffatta determinazione sarebbe del tutto arbitraria: essa non è minimamente necessaria per istabilire la seguente proprietà, che scaturisce dalla semplice stazionarietà del moto: Le quantità totali di fluido che passano, nell' unità di tempo, attraverso due sezioni del corpo S, vincolate alla sola condizione di staccare dal rimanente una porzione di questo corpo, sono sempre fra loro eguali. La verificazione analitica di tale eguaglianza si otterrebbe facilmente invocando le equazioni (4), $(4)_c$, con riguardo alle eventuali discontinuità delle funzioni j_{abc} nello spazio compreso fra le due sezioni. Ma tale verificazione emergerà più tardi (§ 7) da una considerazione avente scopo più generale.

§ **5.** Si consideri l' espressione

$$(A) \qquad \Phi=\int\left(\frac{\partial\varphi}{\partial a}j_a+\frac{\partial\varphi}{\partial b}j_b+\frac{\partial\varphi}{\partial c}j_c\right)dS+\int\left(\frac{\partial\varphi}{\partial a}\mathbf{j}_a+\frac{\partial\varphi}{\partial b}\mathbf{j}_b+\frac{\partial\varphi}{\partial c}\mathbf{j}_c\right)d\sigma,$$

ove φ è funzione monodroma, continua e finita in ogni punto del campo (S, σ), prescindendo da infiniti isolati dell' ordine di r^{-1}. Colle solite trasformazioni, la sua prima parte può essere trascritta così:

$$\int\left(\frac{\partial\varphi}{\partial a}j_a+\frac{\partial\varphi}{\partial b}j_b+\frac{\partial\varphi}{\partial c}j_c\right)dS=-\int\varphi[j]dS-\int\varphi(j_n+j_{n'})d\sigma,$$

dove

$$[j]=\frac{\partial j_a}{\partial a}+\frac{\partial j_b}{\partial b}+\frac{\partial j_c}{\partial c}.$$

Per trasformare in modo analogo la seconda parte, si ponga, come nel § 18 *M. M.* (salvo una insignificante modificazione di segnatura),

$$\mathbf{j}_a=\mathbf{j}_n\frac{\partial a}{\partial n}+\mathbf{j}_p\frac{\partial a}{\partial p}+\mathbf{j}_q\frac{\partial a}{\partial q}, \qquad \text{etc.}$$

$$[\mathbf{j}]=\frac{1}{H}\left\{\frac{\partial(H\mathbf{j}_p)}{\partial p}+\frac{\partial(H\mathbf{j}_q)}{\partial q}\right\}.$$

In base alla formola (23) del luogo citato si trova per tal modo:

$$(B) \qquad \int\left(\frac{\partial\varphi}{\partial a}\mathbf{j}_a+\frac{\partial\varphi}{\partial b}\mathbf{j}_b+\frac{\partial\varphi}{\partial c}\mathbf{j}_c\right)d\sigma=\int\left(\frac{\partial\varphi}{\partial n}\mathbf{j}_n+\frac{\partial\varphi}{\partial p}\mathbf{j}_p+\frac{\partial\varphi}{\partial q}\mathbf{j}_q\right)d\sigma$$

$$=\int\frac{\partial\varphi}{\partial n}\mathbf{j}_n d\sigma-\int\varphi[\mathbf{j}]d\sigma-\int\varphi\Sigma\mathbf{j}_\nu\cdot ds\,,$$

dove s designa il complesso delle linee di discontinuità, contate ciascuna una volta sola, e dove $\Sigma\mathbf{j}_\nu$ ha lo stesso significato che in $(4)_b$.

Si ottiene così per Φ la nuova espressione seguente:

$$(C) \qquad \Phi=-\int\varphi[j]dS-\int\varphi\,\{j_n+j_{n'}+[\mathbf{j}]\}\,d\sigma+\int\frac{\partial\varphi}{\partial n}\mathbf{j}_n d\sigma-\int\varphi\Sigma\mathbf{j}_\nu\cdot ds\,,$$

e si ricava al tempo stesso dall'equazione (B), applicata ad un pezzo semplice σ_o di σ, per $\varphi=1$,

$$(B') \qquad \int[\mathbf{j}]d\sigma_o+\int\mathbf{j}_\nu ds_o=0\,.$$

In virtú di quest'ultima relazione, l'equazione $(4)_c$ puó essere sostituita da quest'altra:

$$\int\{j_n+j_{n'}+[\mathbf{j}]\}\,d\sigma_o=0\,,$$

la quale, dovendo sussistere per ogni pezzo σ_o di σ, si risolve nella seguente:

$$(4)_{c'} \qquad j_n+j_{n'}+[\mathbf{j}]=0\,,$$

che deve verificarsi in ogni *punto* ordinario delle superficie σ. Quest'ultima equazione é quella cui si fece allusione alla fine del § 3: essa é in tutto equipollente all'ultima, $(4)_c$, delle condizioni dedotte per j, $\mathbf{j}$ nel detto §.

Ció posto se nell'espressione (A) si pone $\varphi=r^{-1}$ si ottiene (3)

$$-\Phi=\frac{\partial V_x}{\partial x}+\frac{\partial V_y}{\partial y}+\frac{\partial V_z}{\partial z}=[V]$$

e l'eguaglianza (C) diventa:

$$[V]=\int\frac{[j]dS}{r}-\int\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial n}\mathbf{j}_n d\sigma+\int\frac{j_n+j_{n'}+[\mathbf{j}]}{r}d\sigma+\int\frac{\Sigma\mathbf{j}_\nu}{r}ds\,.$$

Se dunque i due vettori j, $\mathbf{j}$ soddisfanno alle quattro condizioni (4), $(4)_{a,b,c'}$, segue necessariamente che le tre funzioni V_{xyz} (3) soddisfanno alla relazione solenoidale $[V]=0$. Reciprocamente, e ciò è ben più importante a notarsi, basta ammettere *a priori* che tale relazione debba essere soddisfatta dovunque, per concludere che gli anzidetti due vettori, coi quali debbono costruirsi (3) le funzioni V_{xyz}, sono per ciò stesso necessariamente vincolati a soddisfare, come condizioni *necessarie* e *sufficienti* all'uopo, le quattro citate equazioni (4), $(4)_{a,b,c}$, ovvero (4), $(4)_{a,b,c'}$.

Ma vi è di più. Dalle formole (2) segue

$$\frac{\partial G_z}{\partial y}-\frac{\partial G_y}{\partial z}=-\Delta_2 V_x+\frac{\partial [V]}{\partial x},$$

talchè, se è soddisfatta dovunque la condizione solenoidale $[V]=0$, sono, per ciò stesso, soddisfatte le equazioni $(3)_a$. Dalle stesse formole (2) segue ancora la relazione

$$DG_z\frac{\partial y}{\partial n}-DG_y\frac{\partial z}{\partial n}=-D\frac{\partial V_x}{\partial n}+\left(D\frac{\partial V_x}{\partial x}\cdot\frac{\partial x}{\partial n}+D\frac{\partial V_y}{\partial x}\cdot\frac{\partial y}{\partial n}+D\frac{\partial V_z}{\partial x}\cdot\frac{\partial z}{\partial n}\right)$$

il di cui secondo membro, per essere:

$$D\frac{\partial V_x}{\partial n}=\frac{\partial V_x}{\partial n}+\frac{\partial V_x}{\partial n'}=-4\pi\mathbf{j}_x,$$

$$D\frac{\partial V_x}{\partial x}=-4\pi\mathbf{j}_x\frac{\partial x}{\partial n},\qquad D\frac{\partial V_y}{\partial x}=-4\pi\mathbf{j}_y\frac{\partial x}{\partial n},\qquad D\frac{\partial V_z}{\partial x}=-4\pi\mathbf{j}_z\frac{\partial x}{\partial n},$$

si riduce a

$$4\pi\mathbf{j}_x-4\pi\mathbf{j}_n\frac{\partial x}{\partial n},$$

cioè $(4)_a$ a $4\pi\mathbf{j}_x$. Pertanto anche le equazioni $(3)_{a'}$ diventano conseguenze necessarie dell'ammessa relazione solenoidale, o delle quattro condizioni equivalenti.

Si ha dunque questo risultato fondamentale:

Se con due vettori j, $\mathbf{j}$, soggetti alle quattro condizioni (4), $(4)_{a,b,c}$, si forma la terna di funzioni (3), questa terna soddisfa dovunque alla relazione solenoidale e le sei componenti dei due vettori sono esprimibili nella forma $(3)_{a,a'}$, dove G è un nuovo vettore ricavato dalla terna collo schema (2), è quel vettore, cioè, che rappresenta la forza polare corrispondente

alla terna V_{xyz}, considerata come terna potenziale. Reciprocamente la relazione solenoidale $[V]=0$, imposta alle funzioni della terna (3), basta, da sola, ed assegnare ai due vettori j, $\mathbf{j}$ le anzidette quattro proprietà ed a verificare le relazioni $(3)_{a,a'}$.

Dalla sussistenza, così generalizzata, di queste ultime relazioni segue, in particolare, che non può aversi $G=0$ in ogni punto dello spazio (ipotesi più minutamente analizzata nel successivo § 6), senza che si abbia pure, necessariamente, $j=\mathbf{j}=0$ dovunque (nel campo (S,σ)): donde consegue che, per un determinato campo (S,σ), due coppie di vettori, $(j,\mathbf{j})$ e $(j',\mathbf{j}')$, non possono produrre in ogni punto dello spazio una stessa forza, $G=G'$, se non sono *identiche,* cioè se non è $j=j'$, $\mathbf{j}=\mathbf{j}'$.

D' ora innanzi, quando si parlerà, come or ora s' è fatto, d' una coppia di vettori $(j,\mathbf{j})$ si sottintenderà sempre ch' essi adempiano alle quattro condizioni più volte ricordate, ovvero all' unica, equipollente, che la corrispondente terna potenziale (3) soddisfaccia dovunque alla relazione solenoidale.

Giova notare due proprietà che sussistono, di conseguenza, per tali vettori. La prima è quella espressa dall' equazione

$$(4)_{c''} \qquad 4\pi \mathbf{j}_\nu = DG_s ,$$

la quale si deduce dalle formole generali $(3)_{a'}$ nel modo stesso in cui la $(4)_{b'}$ venne dedotta dalle più particolari $(2)_{f'}$. La seconda è che le tre funzioni V_{xyz}, oltrechè colle formole (3), possono essere in ogni caso calcolate (secondo lo schema $(1)_b$) per mezzo di tre funzioni M_{xyz}, prese sotto la forma $(2)_e$. Infatti le espressioni che così risultano per le funzioni V_{xyz} sono immediatamente riducibili, mediante le relazioni $(3)_{a,a'}$ e le solite trasformazioni d' integrali, alla forma normale (3).

Vi è ancora un' altra proprietà importante che si verifica necessariamente per ogni coppia $(j,\mathbf{j})$ ed è (A,C) la seguente:

$$(5) \qquad \int\left(\frac{\partial\varphi}{\partial a}j_a+\frac{\partial\varphi}{\partial b}j_b+\frac{\partial\varphi}{\partial c}j_c\right)dS+\int\left(\frac{\partial\varphi}{\partial a}\mathbf{j}_a+\frac{\partial\varphi}{\partial b}\mathbf{j}_b+\frac{\partial\varphi}{\partial c}\mathbf{j}_c\right)d\sigma=0$$

la quale sussiste qualunque sia la funzione φ, purchè monodroma e continua nello spazio S (in luogo del quale si può evidentemente prendere S_∞).

Si può subito notare un' utile applicazione di questa proprietà, e cioè quella che si ottiene ponendo successivamente $\varphi=a, b, c$. Le equazioni che così si ottengono:

$$(5)_a \qquad \int j_a dS+\int \mathbf{j}_a d\sigma=0\,,\quad \int j_b dS+\int \mathbf{j}_b d\sigma=0\,,\quad \int j_c dS+\int \mathbf{j}_c d\sigma=0$$

esprimono essere sempre nulla la *massa totale* corrispondente a ciascuna delle tre funzioni V_{xyz}, considerate come funzioni potenziali newtoniane di spazio e di superficie: donde consegue, in particolare, che queste funzioni si diportano, all' infinito, come le derivate d' una funzione potenziale ordinaria. Questa proposizione, evidente nella primitiva ipotesi di due vettori j, $\mathbf{j}$ definiti dalle relazioni $(2)_{f,f'}$, richiedeva d' essere dimostrata in quella, più generale, di due vettori vincolati soltanto alle quattro condizioni più volte ricordate.

All' equazione generale (5) si può dare un' interpretazione semplicissima, invocando l' immagine idrodinamica del § 4. Per tale immagine, i due trinomii

$$-\left(\frac{\partial\varphi}{\partial a}j_a+\frac{\partial\varphi}{\partial b}j_b+\frac{\partial\varphi}{\partial c}j_c\right)dS\,,\quad -\left(\frac{\partial\varphi}{\partial a}\mathbf{j}_a+\frac{\partial\varphi}{\partial b}\mathbf{j}_b+\frac{\partial\varphi}{\partial c}\mathbf{j}_c\right)d\sigma$$

rappresentano evidentemente il *lavoro,* ridotto all' unità di tempo, che la forza di funzione potenziale φ esercita sulle masse elementari (dei due fluidi considerati nel citato §) occupanti rispettivamente i posti dS, $d\sigma$. La detta equazione (5) esprime quindi essere sempre *nullo* il *lavoro totale* esercitato, nell' unità di tempo, sui detti due fluidi da una qualunque forza dotata di funzione potenziale *monodroma* e *continua.*

Benchè già implicita in (5), giova notare l'equazione seguente, traduzione immediata (3) della relazione solenoidale $[V]=0$:

$$\int\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial a}j_a+\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial b}j_b+\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial c}j_c\right)dS+\int\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial a}\mathbf{j}_a+\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial b}\mathbf{j}_b+\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial c}\mathbf{j}_c\right)d\sigma=0\,.$$

Quest' equazione esprime che se i vettori j e $\mathbf{j}$ si considerassero come rappresentativi di momenti magnetici o dielettrici (rispetto ad una duplice distribuzione, di spazio e di superficie), alla polarizzazione così definita corrisponderebbe una forza apolare nulla in tutto lo spazio: tale polarizzazione apparterrebbe, cioè, a quel tipo speciale che è stato già notato nel § 7 *M. M.* Quest' osservazione, fatta quì per incidenza, si collega con altri capitoli della dottrina dell' elettricità.

§ **6.** Tornando ora al primitivo punto di partenza delle precedenti deduzioni, cioè alla loro origine *magnetica,* è naturale il domandare: Dati che sieno, *per un determinato campo* $(S\,,\,\sigma)$, due vettori j, $\mathbf{j}$, è egli sempre possibile attribuire a quel campo una polarizzazione magnetica m_{abc}, tale da riprodurre, come corrispondente terna polare $(2)_a$, la terna formata con quei vettori giusta le formole (3)?

È facilissimo riconoscere che ciò non é sempre possibile.

Infatti dalle equazioni $(3)_a$, i di cui primi membri son nulli, per ipotesi, in tutto lo spazio S' esterno ad S, segue immediatamente che, in questo spazio esterno, deve esistere una funzione continua U delle x, y, z, tale che sia

$$G_x = -\frac{\partial U}{\partial x}, \quad G_y = -\frac{\partial U}{\partial y}, \quad G_z = -\frac{\partial U}{\partial z},$$

funzione che non può invece esistere, in forza delle stesse equazioni, nell' interno di S. Questa funzione non può differire (1) che per una costante dalla funzione potenziale esterna V della supposta distribuzione magnetica, talché, in tutto lo spazio esterno S', dev' essere $V = U + C$, dove C è una costante. Ora V é, per la sua stessa definizione analitica, una funzione necessariamente *monodroma*, mentre ciò non può affermarsi per U, a meno che lo spazio S' non sia *semplicemente connesso*. E che la funzione U possa effettivamente essere polidroma, quando questa condizione non si verifichi, si vedrà nei §§ successivi. In generale non esiste dunque una polarizzazione magnetica equivalente in terna polare a due dati vettori j, $\mathbf{j}$.

Ma quando la funzione U é monodroma (nel qual caso essa possiede necessariamente, $(5)_a$, a meno d' una costante additiva, tutti i caratteri d' una funzione potenziale magnetica esterna), é sempre possibile, ed in infiniti modi, determinare una distribuzione magnetica soddisfacente alle condizioni volute, che é quanto dire alle equazioni $(2)_{f,\,f'}$.

Infatti il confronto di queste colle $(3)_{a,\,a'}$ dà:

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial G_z}{\partial y} - \frac{\partial G_y}{\partial z} = 4\pi\left(\frac{\partial m_z}{\partial y} - \frac{\partial m_y}{\partial z}\right), \quad \text{etc.} \\ &DG_z\frac{\partial y}{\partial n} - DG_y\frac{\partial z}{\partial n} = 4\pi\left(Dm_z\frac{\partial y}{\partial n} - Dm_y\frac{\partial z}{\partial n}\right), \quad \text{etc.} \end{aligned} \right.$$

ossia

$$\frac{\partial}{\partial y}(G_z - 4\pi m_z) - \frac{\partial}{\partial z}(G_y - 4\pi m_y) = 0, \quad \text{etc.}$$

$$D(G_z - 4\pi m_z)\frac{\partial y}{\partial n} - D(G_y - 4\pi m_y)\frac{\partial z}{\partial n} = 0, \quad \text{etc.}$$

In virtù delle tre prime di queste condizioni, deve esistere una funzione V tale che si abbia, in ogni punto ordinario,

$$(6)_a \quad G_x = -\frac{\partial V}{\partial x} + 4\pi m_x, \quad G_y = -\frac{\partial V}{\partial y} + 4\pi m_y, \quad G_z = -\frac{\partial V}{\partial z} + 4\pi m_z,$$

funzione la quale non è altro (1) che la funzione potenziale della cercata distribuzione magnetica: ma giova prescindere, per un momento, da cotesto suo necessario carattere. In virtù poi delle tre altre condizioni, questa funzione deve soddisfare, lungo le superficie σ, a tre equazioni le quali si risolvono sostanzialmente nell' unica

$$(6)_{a'} \qquad D\frac{\partial V}{\partial s}=0\,, \qquad \text{ossia} \qquad \frac{\partial DV}{\partial s}=0\,,$$

dove s è una qualunque linea delle dette superficie, ed esprimono che i valori di V non possono presentare che delle discontinuità *costanti*, lungo queste medesime superficie. Astrazion fatta da queste discontinuità, o differenze costanti, la funzione V, la quale al di fuori di S non può, come si è detto, differire da U che per una costante, può essere, entro S, una *qualunque prosecuzione finita e continua* (naturalmente anche *monodroma*, nel caso in cui fosse possibile il contrario) della medesima funzione U, con derivate prime continue dovunque, tranne lungo le superficie di discontinuità, ove la derivata normale può essere discontinua.

Una funzione V determinata in base a queste condizioni molto generali, colla sola soppressione delle differenze costanti lungo le superficie σ e colla prescrizione del valore $V=0$ all' infinito, è per l'appunto la funzione potenziale della distribuzione magnetica m_{xyz} definita, mercè di essa, dalle equazioni $(6)_a$. Formando infatti, coll' aiuto di queste stesse equazioni, le espressioni di

$$\Delta_2 V \qquad \text{e di} \qquad \frac{\partial V}{\partial n}+\frac{\partial V}{\partial n'}\,,$$

si riconosce ch' essa possiede tutte le proprietà che si richiedono per caratterizzare tale funzione. Che poi a questa funzione V si associi, come terna polare, la terna costituita dalle *date* funzioni V_{xyz}, risulta dal confronto delle relazioni $(3)_{a,a'}$ colle (6), le quali diventano conseguenze delle *identità* $(6)_a$.

Quando dunque esiste *una* distribuzione magnetica, nelle ammesse condizioni, ne esiste un' infinità, e l' azione *polare* è la stessa per tutte. La differenza di due cosiffatte distribuzioni è perciò *priva d' azione polare:* essa appartiene ad un tipo speciale, il quale è definito $(6)_a$ dalle equazioni

$$(6)_b \qquad m_x=\frac{1}{4\pi}\frac{\partial V}{\partial x}, \quad m_y=\frac{1}{4\pi}\frac{\partial V}{\partial y}, \quad m_z=\frac{1}{4\pi}\frac{\partial V}{\partial z}$$

che debbono verificarsi in ogni punto dello spazio. Da queste equazioni

stesse risulta che la funzione potenziale V d'una tale distribuzione è costante in ogni spazio vuoto, epperò è *nulla* su tutta la *superficie terminale esterna* e *costante* su ciascuna delle *superficie terminali interne complete*. (Questo epiteto si riferisce all'eventuale presenza di cavità limitate da più d'una superficie chiusa, caso che può verificarsi in un sistema non connesso). All'infuori di ciò, la funzione V non è soggetta, in S, ad altre condizioni che a quelle d'essere continua e d'avere le derivate prime pure continue, tranne lungo le vere superficie di discontinuità, ove la derivata normale può essere discontinua. Effettivamente le equazioni $(6)_b$ danno:

$$V = -\frac{1}{4\pi}\int \frac{\partial V}{\partial r}\frac{dS}{r^2},$$

donde, in virtù della continuità di V e di un teorema gaussiano che venne già invocato nel § 2, si ricava la seguente relazione fra il valore di V in un punto qualunque dello spazio ed i valori costanti V_i di V sopra le varie superficie terminali σ_i:

$$V = \frac{1}{4\pi}\Sigma(V - V_i)\int \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial n_i} d\sigma = \frac{1}{4\pi}\Sigma(V - V_i)(\sigma_i)\,.$$

Per tutto lo spazio vuoto esterno si ha di qui $V = 0$. Per ogni punto di uua cavità sono diversi da zero soltanto due termini della somma, cioè il termine

$$\frac{V}{4\pi}\int \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial n_1} d\sigma_1 = V,$$

relativo alla totale superficie σ_1 che limita *esternamente* lo spazio S, ed il termine

$$\frac{V - V_i}{4\pi}\int \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial n_i} d\sigma_i = -(V - V_i),$$

relativo alla *totale* superficie σ_i che limita la cavità: per un tal punto si ha dunque (come dev'essere) $V = V_i$. Finalmente per un punto *interno* ad S non sussiste più che il primo dei due termini anzidetti e l'equazione per V si riduce ad una mera *identità*.

Le distribuzioni del tipo qui incontrato si possono acconciamente qualificare come *lamellari chiuse*. Esse sono in tal qual modo l'antitesi di quelle che vennero considerate nel § 7 *M. M.*, per le quali era invece nulla

dovunque l'azione *apolare*. Vi sarebbero altre notevoli osservazioni da fare circa queste distribuzioni; ma poiché esse escirebbero dall'argomento del presente scritto, sarà meglio riservarle ad altra occasione.

§ **7.** Conviene ora studiare più da vicino il caso in cui una coppia di vettori $(j, \mathbf{j})$ non sia rappresentabile da veruna distribuzione magnetica.

A tal fine s'immagini tracciata nello spazio S' esterno ad S una linea chiusa s' e si prenda in considerazione l'integrale

$$K = \int_{s'} (G_x dx + G_y dy + G_z dz) = \int G_{s'} ds'$$

esteso ad una tal linea (da intendersi percorsa in un senso determinato). Sia σ' un diaframma semplicemente connesso terminato al contorno s' e sia n' la sua normale *positiva* (rispetto al senso che si è attribuito al contorno). Se questo diaframma non ha verun punto comune con S, risulta immediatamente dal teorema di Stokes e dalle formole $(3)_a$ che dev'essere $K = 0$. Se invece il detto diaframma attraversa in qualsiasi modo lo spazio S, si rendono necessarie alcune osservazioni.

Sia s_1 il complesso delle linee secondo cui il diaframma attraversa le superficie σ (di discontinuità e terminali). Queste linee s_1, insieme col contorno s', dividono σ' in un certo numero di parti, in ciascuna delle quali le componenti G_{xyz} sono continue, talché per una qualunque di queste parti, tranne per quelle che restano al di fuori di S, si ha (percorrendo il contorno positivamente rispetto alla normale n')

$$\int G_{s_1} ds_1 = 4\pi \int j_{n'} d\sigma'_1 ,$$

dove σ'_1 è la corrispondente parte di σ'. Per l'insieme delle parti esterne ad S si ha invece (continuando ad indicare anche per esso con s_1 quella parte di s_1 che interviene come limite)

$$\int G_{s'} ds' + \int G_{s_1} ds_1 = 0 .$$

Sommando tutte queste equazioni ed osservando che ciascuna delle linee s_1 comparisce due volte, percorsa in sensi opposti, si trova:

$$K + \int D G_{s_1} ds_1 = 4\pi \int j_{n'} d\sigma' ,$$

equazione in cui ciascuna linea s_1 è contata una volta sola. Qualunque sia il senso in cui questa linea è percorsa, la corrispondente differenza DG_{s_1} (relativa qui ai due lati della linea) contiene positivamente il termine G_{s_1}

spettante a quella regione di σ' per la quale s_1 funge da contorno positivo rispetto alla normale n'.

Giova ora fissare il senso delle varie linee s_1 nel modo che segue. Delle due falde di σ che restano separate (nel posto che si considera) da una linea s_1 si ponga mente a quella che penetra nella regione di S verso cui si rivolge la normale n' e si designi con n quella normale ad essa che fa angolo acuto con n'; indi si assuma come senso della linea s_1 quello che spetta a questa linea, considerata come parte di contorno positivo dell'anzidetta falda rispetto alla normale n. In tale stato di cose è facile riconoscere che, nella terna (s_1, v, n) (§ 3), la direzione v fa pur essa angolo acuto con n' e che, per conseguenza, la differenza testè indicata col simbolo DG_{s_1} (la quale si riferisce alle due regioni di σ contigue ad s_1) è presa in senso *contrario* a quello della formola $(4)_{c''}$ del § 5. Si ha dunque

$$DG_{s_1} = -4\pi \mathbf{j}_v$$

e conseguentemente

$$K = \int G_{s'} ds' = 4\pi \left\{ \int j_{n'} d\sigma' + \int \mathbf{j}_v ds_1 \right\}. \tag{7}$$

Stando all'interpretazione idrodinamica del § 4, il secondo membro di quest'equazione rappresenta manifestamente il prodotto di 4π per il flusso totale che si verifica, nell'unità di tempo e nel senso n', attraverso il diaframma (più propriamente, attraverso quella parte di esso che cade entro S, ossia la *sezione* fatta in S da σ'). Questa quantità, che è anche espressa dal primo membro dell'equazione medesima, è dunque la stessa per tutte le sezioni che si possono fare in S con diaframmi terminati ad un medesimo contorno, epperò per ogni coppia di sezioni comprendenti fra loro una porzione dello spazio S: come si era già asserito nel § 4. Ne consegue, in particolare, che il flusso in questione è necessariamente nullo quando la sezione fatta dal diaframma basta da sola a staccare una porzione dello spazio S, giacchè la superficie terminale di questa porzione può allora considerarsi come una seconda sezione fatta in questo spazio, la qual nuova sezione è d'altronde tale (§ 4) che ha luogo per essa esatto compenso fra il fluido uscente ed il fluido entrante. La circostanza qui notata si verifica quando il contorno s' è riducibile a zero: in questo caso si ha dunque $K = 0$, sia che il diaframma intersechi, sia che non intersechi S. Ciò accade per *tutti* i contorni s' tracciabili in S' quando questo spazio S' sia semplicemente connesso: la funzione U del § precedente è in tal caso monodroma e può essere identificata colla funzione potenziale esterna d'una distribuzione magnetica in S.

Ma se lo spazio S' non è semplicemente connesso, come avviene quando

la connessione di S è multipla, la quantità K non è necessariamente nulla se non per i contorni riducibili a zero ed è generalmente diversa da zero per quelli che non sono tali. Essa ha lo stesso valore per tutti i contorni riducibili fra loro (giacchè due contorni tali possono essere collocati sopra un medesimo diaframma) e prende generalmente valori diversi per contorni non riducibili. Vi sono dunque, in generale (e prescindendo da combinazioni lineari con coefficienti interi), tanti valori distinti di K quanti sono i tipi irreducibili di contorni non riducibili a zero. Questi diversi valori di K sono altrettanti moduli di periodicità della funzione polidroma U. Basta che vi sia un solo modulo $K \gtrless 0$, basta cioè che il flusso attraverso *una* sezione dello spazio S sia diverso da zero, perchè resti esclusa la possibilità d'ogni rappresentazione magnetica della data coppia di vettori j, $\mathbf{j}$).

Una tal coppia è dunque, in generale, alcunchè di irreducibile con una distribuzione magnetica, epperò sorge naturalmente l'idea di ricercare se ad essa corrisponda qualche altra entità fisica reale. Per ricondurre la soluzione di tale problema a termini più comunemente noti, giova premettere la deduzione, molto semplice, d'una dottrina del tutto analoga alla finquì esposta, ma relativa a certe distribuzioni magnetiche, che si concepiscono come esistenti in due sole dimensioni.

§ **8.** Si consideri la funzione potenziale

$$V = \int \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial n} \varphi d\sigma , \tag{8}$$

dove σ è una superficie qualunque, n la sua normale (diretta in un senso convenuto) e φ una funzione monodroma, finita e generalmente continua dei punti (a, b, c) di σ, discontinua lungo linee di cui si designerà con s il complesso (comprendendovi anche le linee terminali, quando esistono). La funzione V corrisponde (§ 18 *M. M.*) ad una polarizzazione magnetica *normale* della superficie σ, polarizzazione di cui φ è il momento riferito all'unità di superficie; essa possiede nei punti di σ le proprietà

$$DV = 4\pi\varphi , \qquad \frac{\partial V}{\partial n} + \frac{\partial V}{\partial n'} = 0 . \tag{8$_a$}$$

Con procedimenti del tutto analoghi a quelli del § 1, si riconosce l'esi-

stenza d'una *terna potenziale*

$$V_x = \int \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c} \frac{\partial b}{\partial n} - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b} \frac{\partial c}{\partial n} \right) \varphi d\sigma \,,$$

$$V_y = \int \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a} \frac{\partial c}{\partial n} - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c} \frac{\partial a}{\partial n} \right) \varphi d\sigma \,,$$

$$V_z = \int \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b} \frac{\partial a}{\partial n} - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a} \frac{\partial b}{\partial n} \right) \varphi d\sigma \,,$$

associata (nel senso già detto) all'unica funzione potenziale V, con questo, per giunta, che le due forze F, G sono ora identiche fra loro in ogni punto (x, y, z) che non sia in σ (come risulta dalla stessa definizione originaria (1) delle componenti G_{xyz}). Nei punti di σ, ove le componenti di F e di G non hanno valori determinati e che, di regola, giova escludere dalle presenti considerazioni, si ha

$$(8)_b \qquad DV_x = 0 \,, \qquad DV_y = 0 \,, \qquad DV_z = 0 \,,$$

cioè le funzioni V_{xyz} sono ivi *continue* (diventando però infinite logaritmicamente nei punti di s).

Scrivendo

$$V_x = \int \left(\frac{\partial \frac{\varphi}{r}}{\partial c} \frac{\partial b}{\partial n} - \frac{\partial \frac{\varphi}{r}}{\partial b} \frac{\partial c}{\partial n} \right) d\sigma + \int \left(\frac{\partial \varphi}{\partial b} \frac{\partial c}{\partial n} - \frac{\partial \varphi}{\partial c} \frac{\partial b}{\partial n} \right) \frac{\partial \sigma}{r}$$

ed applicando il teorema di Stokes al primo integrale, si trova

$$V_x = \int \left(\frac{\partial \varphi}{\partial b} \frac{\partial c}{\partial n} - \frac{\partial \varphi}{\partial c} \frac{\partial b}{\partial n} \right) \frac{d\sigma}{r} + \int_s \frac{D\varphi \cdot da}{r} \,,$$

dove, nella differenza $D\varphi$, è preso positivamente il termine relativo alla regione di σ di cui il locale arco s, percorso una sola volta in un senso arbitrario, forma contorno positivo rispetto alla normale n. Se dunque si

pone

$$(8)_c \quad \begin{cases} \dfrac{\partial\varphi}{\partial b}\dfrac{\partial c}{\partial n}-\dfrac{\partial\varphi}{\partial c}\dfrac{\partial b}{\partial n}=\mathbf{j}_a\,, \\[2ex] \dfrac{\partial\varphi}{\partial c}\dfrac{\partial a}{\partial n}-\dfrac{\partial\varphi}{\partial a}\dfrac{\partial c}{\partial n}=\mathbf{j}_b\,, \\[2ex] \dfrac{\partial\varphi}{\partial a}\dfrac{\partial b}{\partial n}-\dfrac{\partial\varphi}{\partial b}\dfrac{\partial a}{\partial n}=\mathbf{j}_c\,, \end{cases} \qquad (8)_{c'} \qquad J=D\varphi\,,$$

si ottiene

$$(9) \qquad V_x=\int\frac{\mathbf{j}_a d\sigma}{r}+\int_s\frac{Jda}{r},\quad V_y=\int\frac{\mathbf{j}_b d\sigma}{r}+\int_s\frac{Jdb}{r},\quad V_z=\int\frac{\mathbf{j}_c d\sigma}{r}+\int_s\frac{Jdc}{r}.$$

Di qui risulta

$$[V]=\frac{\partial V_x}{\partial x}+\frac{\partial V_y}{\partial y}+\frac{\partial V_z}{\partial z}$$

$$=-\int\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial a}\mathbf{j}_a+\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial b}\mathbf{j}_b+\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial c}\mathbf{j}_c\right)d\sigma-\int_s\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial s}Jds\,.$$

Ora dalle formole (B), (B') del § 5 si deduce

$$\int\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial a}\mathbf{j}_a+\cdots\right)d\sigma=\int\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial n}\mathbf{j}_n d\sigma-\int[\mathbf{j}]\frac{d\sigma}{r}-\int(\mathbf{j}_\nu+\mathbf{j}_{\nu'})\frac{ds}{r}\,,$$

$$\int[\mathbf{j}]d\sigma_0+\int\mathbf{j}_\nu ds_0=0:$$

si ha inoltre

$$\int\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial s}Jds=-\int\frac{dJ}{ds}\frac{ds}{r}+\Sigma\frac{S(\pm J)}{r}\,,$$

dove la somma Σ si riferisce ai varii punti d'incontro delle linee s, mentre l'altra somma S si riferisce ai varii valori che può prendere J, in ciascuno di questi punti, seguendo le diverse linee s che vi concorrono; valori da prendersi ciascuno con segno $+$ o $-$ secondo che la rispettiva linea s (stante il senso che le è stato attribuito) converga verso il punto

d'incontro o ne diverga. Si ha quindi:

$$[V]=\int[\mathbf{j}]\frac{d\sigma}{r}-\int\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial n}\mathbf{j}_n d\sigma+\int\left(\mathbf{j}_\nu+\mathbf{j}_{\nu'}+\frac{dJ}{ds}\right)\frac{ds}{r}-\sum\frac{S(\pm J)}{r}$$

e perché quest'espressione sia dovunque nulla dev'essere:

$$\mathbf{j}_n=0\,,\quad [\mathbf{j}]=0 \quad \text{in ogni punto di } \sigma\,,$$

ovvero:

$$(9)_a \qquad \begin{cases} \mathbf{j}_n=0 & \text{in ogni punto di } \sigma\,, \\ \int\mathbf{j}_\nu ds_o=0 & \text{per ogni contorno semplice } s_o \text{ in } \sigma\,; \end{cases}$$

$$(9)_b \qquad \mathbf{j}_\nu+\mathbf{j}_{\nu'}+\frac{dJ}{ds}=0 \quad \text{in ogni punto ordinario di } s\,;$$

$$(9)_c \qquad S(\pm J)=0 \quad \text{in ogni punto di ramificazione di } s\,.$$

Queste condizioni necessarie e sufficienti possono interpretarsi (come nel § 4) invocando un fluido scorrente in σ, per guisa che $\mathbf{j}$ misuri dovunque il prodotto della densità (superficiale) per la velocità (talché $\mathbf{j}_n=0$), insieme con un altro fluido scorrente in s, per guisa che J misuri dovunque il prodotto della densità (lineare) per la velocità. In tale concetto la seconda equazione $(9)_a$ stabilisce che l'afflusso totale verso ogni area σ_o è sempre nullo, la $(9)_b$, o l'equivalente

$$\mathbf{j}_\nu ds+\mathbf{j}_{\nu'}ds+dJ=0\,,$$

stabilisce che l'efflusso bilaterale da ciascun elemento lineare ds è sempre compensato da un egual decremento della corrente J lungo l'elemento stesso, e finalmente la $(9)_c$ stabilisce che nei punti d'incontro di più correnti lineari non ha luogo produzione, nè distruzione di fluido. Per tal modo la continuità e la stazionarietà del moto simultaneo dei due fluidi sono dovunque perfettamente assicurate.

Le quattro condizioni $(9)_{a,b,c}$ sono sempre soddisfatte quando $\mathbf{j}$ e J si definiscano per mezzo di formole della specie $(8)_{c,c'}$, giacché ogni terna dedotta collo schema $(1)_b$ soddisfa di per sè stessa alla relazione solenoidale. Ciò si verifica del resto facilmente osservando che le formole $(8)_{c,c'}$ danno:

$$(9)_d \qquad \mathbf{j}_\nu+\frac{\partial\bar{\varphi}}{\partial s_o}=0$$

(s_0 essendo una linea qualunque in σ). Con questa relazione si soddisfa infatti alla seconda ed alla terza condizione, mentre la prima e la quarta seguono ovviamente dalle stesse formole $(8)_{c,c'}$.

§ **9.** Ma se, inversamente, il sistema ($\mathbf{j}$, J) è vincolato soltanto alle condizioni $(9)_{a,b,c}$, non è possibile, in generale, assegnare una distribuzione magnetica d'eguale terna potenziale, *avente la stessa sede del sistema* ($\mathbf{j}$, J). Basta un esempio semplicissimo per convincersene.

Sia σ un pezzo semplicemente connesso di superficie e sia s il suo contorno. Prendendo

$$\mathbf{j}=0\,, \quad J=\text{Costante}$$

tutte le condizioni $(9)_{a,b,c}$ sono soddisfatte, le formole (9) si riducono a:

$$(10) \qquad V_x=J\int_s\frac{da}{r}\,, \quad V_y=J\int_s\frac{db}{r}\,, \quad V_z=J\int_s\frac{dc}{r}$$

e la *sede effettiva* del sistema ($\mathbf{j}$, J) si riduce alla semplice *linea di contorno* s. Invece le equazioni $(8)_{c,c'}$, o meglio le $(8)_{c'}$, $(9)_d$ sono bensì soddisfatte da

$$\varphi=\text{Costante}=J,$$

ciò che dà (8)

$$(10)_a \qquad V=J\int\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial n}d\sigma\,,$$

ma la *sede* della distribuzione magnetica così ottenuta è sempre l'*intera superficie* σ, e non già il semplice contorno s, cosicchè tale distribuzione (J, σ) non può più considerarsi legittimamente come equipollente all'altra (J, s).

La ragione intima di questa discrepanza è sempre quella di cui s'è detto al § 6, vale a dire che la funzione continua U, di cui le componenti G_{xyz} sono le derivate negative nello spazio *doppiamente connesso* esterno ad s, *non è monodroma*. Ed infatti, in virtù dell'eguaglianza $G=F$ si ha, per ogni cammino procedente dalla faccia positiva alla negativa di σ,

$$K=\int G_{s'}ds'=\int F_{s'}ds'=DV=4\pi J,$$

talchè la funzione U ha il modulo di periodicità $4\pi J$. La funzione potenziale magnetica V non è che un *ramo* della precedente, reso *monodromo* dal diaframma σ, il quale genera, alla sua volta, la *discontinuità* $4\pi J$.

Di proposito si è citato l'esempio precedente, perchè esso è quello che riconduce direttamente al classico punto di partenza della dottrina razionale dell'elettromagnetismo. In virtù del celebre teorema d'Ampère, il diaframma magnetico σ, di momento unitario J, esercita su ogni polo esterno un'azione magnetica F identica all'azione elettromagnetica G che la corrente elettrica s, d'intensità J, esercita sul polo medesimo. L'azione magnetica F del diaframma è retta dall'*unica* funzione potenziale V $(10)_a$: l'azione elettromagnetica G della corrente è retta dalla *terna* potenziale V_{xyz} (10). Questa terna può essere sostituita, se piace, da quell'unica funzione continua di cui G_x, G_y, G_z sono le derivate negative, ma questa non è la funzione *monodroma* V, che presenta una *discontinuità localizzata in modo arbitrario* rispetto alla vera sede s della corrente, bensì la funzione *polidroma* U, definita, a meno d'una costante additiva, dall'integrale

$$(10)_b \qquad U = -\int (G_x dx + G_y dy + G_z dz),$$

preso lungo una via che esce da un punto fisso arbitrario e che termina al punto variabile (x, y, z).

Questa distinzione essenzialissima, la quale può parere formale, o meramente volontaria, nel caso particolare di cui ora s'è detto, apparisce all'incontro razionale ed inevitabile quando, invece d'una semplice corrente lineare J, si consideri un fascio continuo di correnti $(j, \mathbf{j})$ in un campo (S, σ), vale a dire un sistema di correnti che invadano lo spazio S coll'*intensità specifica* (cubica) j e le superficie σ coll'*intensità specifica* (superficiale) $\mathbf{j}$; il qual sistema di correnti, quando sieno soddisfatte (come sempre si suppone) le quattro condizioni del § 3, costituisce ciò che si dice una *distribuzione galvanica costante e chiusa*. Una tale distribuzione non ammette, nel proprio interno, che la terna potenziale (3), e la funzione potenziale unica ch'essa possiede nello spazio vuoto non ammette altra definizione generale che $(10)_b$.

Egli è così che ogni coppia di vettori $(j, \mathbf{j})$ riceve un'interpretazione obbiettiva. In via di fatto le distribuzioni galvaniche ordinarie non comprendono se non correnti di spazio j, ed a queste sole si riferiscono gli ulteriori svolgimenti contenuti in questa Memoria. Si continuerà tuttavia, ancora per poco, a tener conto delle correnti di superficie $\mathbf{j}$, sia per non perdere subito di vista i sistemi galvanici equipollenti a magnetici (per i quali l'intervento delle correnti $\mathbf{j}$ è generalmente indispensabile), sia per non rinunciare innanzi tratto ad una generalità che non arreca d'altronde veruna molesta complicazione.

§ **10.** La validità ben accertata del teorema d'Ampère, citato nel § precedente, autorizza a concludere, come s'è fatto, che l'azione d'un qualunque sistema galvanico (j, $\mathbf{j}$) sopra un polo magnetico è rappresentata dalla *forza elettromagnetica* G, definita (2) per mezzo della terna potenziale (3) del sistema galvanico stesso. Ciò però non può affermarsi con vero fondamento se non rispetto all'azione *esterna:* nel caso d'un polo magnetico *interno* manca ogni indicazione *diretta* circa la natura dell'azione elettromagnetica, cosicchè la rappresentazione incondizionata di quest'azione per mezzo della forza G non è giustificata, in fondo, che dall'accordo delle deduzioni teoriche coi fatti osservati.

Giova tuttavia notare espressamente che tale questione, dal punto di vista matematico, non presenta qui la stessa indeterminatezza che nel caso del magnetismo, almeno finchè il polo si suppone situato in un punto *ordinario* di S. Infatti il contributo dato alle funzioni V_x, V_y, V_z dall'intorno del polo è evanescente (3) insieme con questo intorno, e lo stesso avviene per le derivate prime di queste funzioni e quindi anche (2) per le componenti G_x, G_y, G_z. Ne risulta che se il sistema galvanico si concepisce decomposto in filamenti rientranti, indefinitamente attenuati e percorsi ciascuno da una corrente filiforme costante, il contributo dato alla forza G dal filamento che contiene il polo è evanescente insieme col filamento stesso. Ora l'immaginata decomposizione in filamenti non è punto arbitraria: essa è all'incontro suggerita nel modo più preciso dalla natura stessa delle condizioni che sono state riconosciute impreteribili per la sussistenza d'ogni sistema galvanico come tale. Una polarizzazione magnetica non presenta verun carattere analogo, nè si presta, per conseguenza, ad alcuna decomposizione speciale motivata da ragioni egualmente intrinseche.

È questo il luogo di ben fissare il senso d'alcune locuzioni usate da Maxwell.

Un campo (S, σ) può essere sede ad un tempo d'una *distribuzione magnetica* m e d'una *distribuzione galvanica* (j, $\mathbf{j}$). Come tale si può ad esso attribuire una *terna potenziale* unica ($\mathfrak{V}_x, \mathfrak{V}_y, \mathfrak{V}_z$), le di cui funzioni componenti sieno le *somme* delle omologhe componenti spettanti alle due distribuzioni, separatamente considerate. Questa terna soddisfa alla condizione solenoidale $[\mathfrak{V}] = 0$. Le quantità $\mathfrak{G}_x$, $\mathfrak{G}_y$, $\mathfrak{G}_z$ calcolate, con queste tre nuove funzioni, per mezzo dolle ordinarie formole (2), sono manifestamente le componenti della totale *forza polare* od *elettromagnetica* $\mathfrak{G}$, cioè della risultante di quelle due omonime forze che emanano separatamente dalle due distribuzioni coesistenti. Ora Maxwell attribuisce ad un tal sistema misto anche una *forza magnetica* $\mathfrak{F}$, intendendo per essa la risultante dell'omonima forza F, emanante dalla distribuzione magnetica

m, e della forza elettromagnetica G, emanante dalla distribuzione galvanica $(j, \mathbf{j})$, come se anche per quest' ultima esistesse una forza *magnetica*, costantemente eguale all' *elettromagnetica*. Questa nuova forza $\mathbf{F}$, che in generale *non ammette funzione potenziale unica nell' interno del sistema*, è manifestamente legata all' altra $\mathbf{G}$ dalle ordinarie relazioni:

$$(11)\qquad \mathbf{G}_x = \mathbf{F}_x + 4\pi m_x, \quad \mathbf{G}_y = \mathbf{F}_y + 4\pi m_y, \quad \mathbf{G}_z = \mathbf{F}_z + 4\pi m_z.$$

Ciò posto si riconosce senz' altro che le espressioni

$$(11)_a\qquad \frac{1}{4\pi}\left(\frac{\partial \mathbf{F}_x}{\partial x} + \frac{\partial \mathbf{F}_y}{\partial y} + \frac{\partial \mathbf{F}_z}{\partial z}\right), \qquad \frac{1}{4\pi}(\mathbf{F}_n + \mathbf{F}_{n'})$$

sono atte a rappresentare le densità, cubica e superficiale, del magnetismo *libero*, nella distribuzione magnetica m; ed è altresì facile riconoscere che le formole atte a rappresentare, in analogia a $(3)_{a,a'}$, le componenti dei due vettori j, $\mathbf{j}$, nella distribuzione galvanica, sono le seguenti:

$$(11)_b \left\{\begin{aligned} 4\pi j_x &= \frac{\partial \mathbf{F}_z}{\partial y} - \frac{\partial \mathbf{F}_y}{\partial z}, \\ 4\pi j_y &= \frac{\partial \mathbf{F}_x}{\partial z} - \frac{\partial \mathbf{F}_z}{\partial x}, \\ 4\pi j_z &= \frac{\partial \mathbf{F}_y}{\partial x} - \frac{\partial \mathbf{F}_x}{\partial y}; \end{aligned}\right. \qquad (11)_{b'} \left\{\begin{aligned} 4\pi \mathbf{j}_x &= D\mathbf{F}_z \frac{\partial y}{\partial n} - D\mathbf{F}_y \frac{\partial z}{\partial n}, \\ 4\pi \mathbf{j}_y &= D\mathbf{F}_x \frac{\partial z}{\partial n} - D\mathbf{F}_z \frac{\partial x}{\partial n}, \\ 4\pi \mathbf{j}_z &= D\mathbf{F}_y \frac{\partial x}{\partial n} - D\mathbf{F}_x \frac{\partial y}{\partial n}. \end{aligned}\right.$$

(È appena necessario avvertire che se, in queste formole, si scrivesse $\mathbf{G}$ al posto di $\mathbf{F}$, si otterrebbero non già i richiesti vettori galvanici j, $\mathbf{j}$, ma le risultanti di questi e degli omologhi vettori relativi a quella distribuzione galvanica che equivale polarmente alla magnetica).

Supposte note ad un tempo (o come tali considerando) le due forze $\mathbf{F}$, $\mathbf{G}$ emananti dal sistema *misto*, le precedenti formole adempiono all' importante ufficio di somministrare, per mezzo di quelle, tutti gli elementi più essenziali del sistema stesso, cioè le componenti di polarizzazione magnetica, le densità del magnetismo libero e i due vettori galvanici j, $\mathbf{j}$. Anche le funzioni $\mathbf{V}_{xyz}$, componenti la terna potenziale mista, possono esprimersi $(1)_b$ colle tre funzioni $\mathbf{M}_{xyz}$ che si deducono dalle formole $(2)_e$ mediante il cambiamento di G in $\mathbf{G}$.

Questo modo di considerare le cose costituisce una delle principali peculiarità del Trattato di Maxwell.

§ **11.** Sia V'_{xyz} la terna potenziale d'una seconda distribuzione magnetica o galvanica. Moltiplicando ordinatamente le equazioni $(3)_a$ per le funzioni di questa terna, sommando ed integrando per tutto lo spazio, si ottiene:

$$4\pi\int(V'_x j_x + V'_y j_y + V'_z j_z)dS = \int\left\{V'_x\left(\frac{\partial G_z}{\partial y} - \frac{\partial G_y}{\partial z}\right) + \cdots\cdot\right\}dS_\infty .$$

Mercè la trasformazione

$$V'_x\frac{\partial G_z}{\partial y} = \frac{\partial(V'_x G_z)}{\partial y} - G_z\frac{\partial V'_x}{\partial y}$$

e le analoghe, con riguardo alla continuità delle funzioni V'_{xyz} ed alle condizioni all'infinito, il secondo membro della precedente equazione si riduce alla forma.

$$\int\left\{G_x\left(\frac{\partial V'_z}{\partial y} - \frac{\partial V'_y}{\partial z}\right) + \cdots\cdot\right\}dS_\infty - \int\left\{V'_x\left(DG_z\frac{\partial y}{\partial n} - DG_y\frac{\partial z}{\partial n}\right) + \cdots\cdot\right\}d\sigma ,$$

epperó si ottiene $(3)_{a,a'}$:

$$(12)\qquad \begin{aligned} &\int(V'_x j_x + V'_y j_y + V'_z j_z)dS + \int(V'_x \mathbf{j}_x + V'_y \mathbf{j}_y + V'_z \mathbf{j}_z)d\sigma \\ &= \frac{1}{4\pi}\int(G_x G'_x + G_y G'_y + G\ G'_z)dS_\infty , \end{aligned}$$

dove G' é la forza polare od elettromagnetica emanante dalla seconda delle due distribuzioni considerate. La forma simmetrica del secondo membro mostra che anche nel primo membro si potrebbero permutare fra loro le lettere accentate colle non accentate, e viceversa,

Se le due distribuzioni sono fra loro identiche, l'equazione precedente diventa:

$$(12)_a\qquad \int(V_x j_x + V_y j_y + V_z j_z)dS + \int(V_x \mathbf{j}_x + V_y \mathbf{j}_y + V_z \mathbf{j}_z)d\sigma = \frac{1}{4\pi}\int G^2 dS_\infty .$$

Suppongasi ora che la seconda distribuzione sia magnetica. In questo caso, introducendo la forza apolare F' in luogo della polare G', per mezzo delle relazioni analoghe ad (1), ed avendo riguardo all'*ortogonalità integrale* (§ 9, *M. M.*) delle due forze F' e G, il secondo membro dell'equazione (12) si riduce a

$$(12)_b\qquad \int(G_x m'_x + G_y m'_y + G_z m'_z)dS' .$$

Se anche la prima distribuzione è magnetica, quest'espressione si riduce di nuovo a

$$\int(F_x m'_x + F_y m'_y + F_z m'_z)dS' + 4\pi\int(m_x m'_x + m_y m'_y + m_z m'_z)d\Sigma\,,$$

ossia (§ 10, *M. M.*) a

$$-\mathbf{P}(S, S') + 4\pi\int(m_x m'_x + m_y m'_y + m_z m'_z)d\Sigma\,,$$

dove Σ è lo spazio comune alle due distribuzioni S, S'. Si ha dunque:

$$\begin{aligned} &\mathbf{P}(S, S') \\ (12)_c \quad &= -\int(V'_x j_x + V'_y j_y + V'_z j_z)dS - \int(V'_x \mathbf{j}_x + V'_y \mathbf{j}_y + V'_z \mathbf{j}_z)d\sigma + 4\pi\int(m_x m'_x + \cdots\cdots)d\Sigma \\ &= -\frac{1}{4\pi}\int(G_x G'_x + G_y G'_y + G_z G'_z)dS_\infty + 4\pi\int(m_x m'_x + \cdots\cdots)d\Sigma\,, \end{aligned}$$

si ottengono, cioè, due nuove espressioni del potenziale mutuo apolare delle due distribuzioni magnetiche, espressioni le quali possono dirsi *elettromagnetiche*, in quanto vi figurano gli elementi relativi alle due distribuzioni galvaniche rispettivamente equivalenti alle magnetiche.

Se le due distribuzioni magnetiche sono fra loro identiche, la precedente equazione si converte in quest'altra:

$$(12)_d \quad \begin{aligned} \mathbf{P}(S) &= -\frac{1}{2}\int(V_x j_x + V_y j_y + V_z j_z)dS - \frac{1}{2}\int(V_x \mathbf{j}_x + V_y \mathbf{j}_y + V_z \mathbf{j}_z)d\sigma + 2\pi\int m^2 dS \\ &= -\frac{1}{8\pi}\int G^2 dS_\infty + 2\pi\int m^2 dS\,, \end{aligned}$$

che porge una duplice espressione dell'autopotenziale apolare d'una distribuzione magnetica (la seconda delle quali espressioni è implicita nella formola (13), § 11, *M. M.*, formola che era già stata notata da W. Thomson, *Reprint* p. 439).

Per due distribuzioni di carattere *misto* (cfr. il § precedente), il procedimento che ha condotto all'equazione (12) conduce medesimamente alla equazione più generale:

$$(13) \quad \begin{aligned} &\int(\mathbf{V}'_x j_x + \mathbf{V}'_y j_y + \mathbf{V}'_z j_z)dS + \int(\mathbf{V}'_x \mathbf{j}_x + \mathbf{V}'_y \mathbf{j}_y + \mathbf{V}'_z \mathbf{j}_z)d\sigma \\ &= \frac{1}{4\pi}\int(\mathbf{F}_x \mathbf{G}'_x + \mathbf{F}_y \mathbf{G}'_y + \mathbf{F}_z \mathbf{G}'_z)dS_\infty\,, \end{aligned}$$

la quale, nel caso che le due distribuzioni miste non ne formino che una sola, diventa:

$$(13)_a \qquad \int(\mathbf{V}_x j_x + \mathbf{V}_y j_y + \mathbf{V}_z j_z)dS + \int(\mathbf{V}_x \mathbf{j}_x + \mathbf{V}_y \mathbf{j}_y + \mathbf{V}_z \mathbf{j}_z)d\sigma = \frac{1}{4\pi}\int(\mathbf{F}_x\mathbf{G}_x + \mathbf{F}_y\mathbf{G}_y + \mathbf{F}_z\mathbf{G}_z)dS_\infty .$$

§ **12.** Si procederà ora a considerare il sistema di due distribuzioni poste in presenza l'una dell'altra, l'una magnetica l'altra galvanica, all'uopo di determinare le azioni mutue che intervengono fra queste due distribuzioni.

Per rientrare nelle condizioni ordinarie, si supporrà quindinnanzi che la distribuzione galvanica non comprenda se non *correnti in tre dimensioni*, talché, denotando con S lo spazio occupato da questa distribuzione, la relativa terna potenziale sarà rappresentata semplicemente da

$$(14) \qquad V_x = \int\frac{j_a dS}{r}, \qquad V_y = \int\frac{j_b dS}{r}, \qquad V_z = \int\frac{j_c dS}{r},$$

dove le componenti j_{abc} dell'intensità specifica sono soggette alle condizioni:

$$(14)_a \qquad [j] = 0, \qquad j_n + j_{n'} = 0;$$

e ciò in conformità delle equazioni (4), $(4)_c$ del § 3, restando soddisfatte incondizionatamente (dall'ipotesi $\mathbf{j} = 0$) le altre due equazioni $(4)_{a,b}$. Si supporrà inoltre che gli integrali rappresentati nel § 7 con K *non* sieno tutti *nulli*, cioè che la distribuzione galvanica *non* sia surrogablle da una magnetica, epperò non ammetta, nello spazio esterno ad S, che una funzione potenziale *non* monodroma.

Quanto alla distribuzione magnetica, si denoterà di regola con S' lo spazio da essa occupato, con m il momento polare, con V' la funzione potenziale, con V'_{xyz} la terna potenziale.

Si supporrà finalmente che i due spazii S ed S', sedi delle due distribuzioni, possano avere parti comuni e sieno deformabili con data legge continua qualunque. Tale deformabilità dei due spazii esige la risoluzione d'un problema preliminare, che verrà enunciato e trattato nel § seguente. Qui giova invece aggiungere alcune osservazioni circa la rappresentazione idrodinamica del § 4, rappresentazione alla quale è molto utile ricorrere in parecchie successive occasioni.

Per un sistema galvanico formato di sole correnti in tre dimensioni, i due fluidi considerati nel § 4 si riducono ad un solo, che può concepirsi come esistente nelle condizioni ordinarie: la quantità j può, cioè, assimilarsi al prodotto della densità d'un ordinario fluido per la velocità del fluido stesso. Vi è però una circostanza di cui conviene tener conto.

Nel corso delle teorie finqui svolte si sono formalmente *identificate* le funzioni (3), dapprima dedotte per una polarizzazione magnetica, colle omologhe relative ad una distribuzione galvanica; e così la forza, polare nel primo caso, elettromagnetica nel secondo, è stata calcolata, amendue le volte, colle *medesime* formole (2). Questa identificazione, la quale corrisponde all'assunzione della *misura magnetica*, trae necessariamente con sè la conseguenza che l'intensità specifica dev'essere trattata come una grandezza della stessa specie di quella che è definita dalle formole $(2)_f$, cioè (*M. M.* § 12) che ogni j deve assumersi della specie

$$j = L^{-\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}.$$

Ora quest'espressione dimensionale di j può trascriversi così:

$$j = \frac{M}{L^3} \cdot \frac{L}{T} \cdot L^{\frac{1}{2}} M^{-\frac{1}{2}} = \rho v \cdot L^{\frac{1}{2}} M^{-\frac{1}{2}},$$

dove ρ è una densità (cubica) e v una velocità: l'assunzione della misura magnetica non permette dunque d'identificare senz'altro j col prodotto ρv, ma esige l'introduzione d'un fattore della specie $L^{\frac{1}{2}} M^{-\frac{1}{2}}$. Basta del resto supporre che questo fattore sia *costante* (ciò che è sempre lecito), perchè la rappresentazione idrodinamica del § 4 continui a sussistere integralmente.

La precedente espressione dimensionale di j conduce ad altre due osservazioni.

In primo luogo, per essere

$$Lj = v\sqrt{\rho},$$

si può rappresentare la forza viva del fluido fittizio, riferita all'unità di volume, con $\varkappa j^2$, purchè al fattore $\varkappa$ (generalmente variabile da punto a punto) si attribuisca la dimensione L^2. Ciò si collega colla nota espressione del calore che si svolge in una distribuzione galvanica, nell'unità di volume *e di tempo,* ed indica che, in misura magnetica, la resistenza specifica (giacchè tale si sa essere il significato che assume il fattore $\varkappa$) è una grandezza della specie L^2T^{-1}: come è noto da altre considerazioni.

La seconda osservazione consiste in ciò che, potendosi anche scrivere

$$j = \frac{L}{T} \cdot \frac{L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}}}{L^3},$$

ogni intensità specifica j può altresì considerarsi come il prodotto d'una velocità per la densità (cubica) d'un *quid* della specie $L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}}$. È dunque lecito considerare ogni flusso galvanico come un flusso d'elettricità, purchè si chiami *elettricità* il *quid* della specie indicata. Effettivamente è noto che, in misura magnetica, ogni quantità d'elettricità è della specie $L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}}$. Non v'è del resto nulla di sorprendente in questa coincidenza, la quale ha origine dalla *convenzione* che il prodotto d'un'intensità specifica per un'area e per un tempo rappresenti una quantità d'elettricità.

§ **13.** Ritornando ai due corpi S, S', ed incominciando dal corpo magnetico S', supposto mobile e deformabile con continuità, si domanda: In qual modo devesi concepire variabile la distribuzione magnetica m, durante la deformazione *prescritta* allo spazio S' in cui ha sede tale distribuzione?

La risposta a tale quesito è del tutto ovvia, ove si adottino i concetti ordinarii circa la costituzione dei corpi magnetici. Giusta questi concetti, se si considera (ommettendo qui per semplicità gli apici) un elemento di volume dS, circostante al punto (a, b, c), e se si denotano con $\mu_1, \mu_2, \ldots$ le masse magnetiche concentrate nei singoli punti (a_1, b_1, c_1), $(a_2, b_2, c_2), \ldots$ di questo elemento, si hanno le eguaglianze di definizione:

$$m_a dS = \Sigma \mu_i a_i, \quad m_b dS = \Sigma \mu_i b_i, \quad m_c dS = \Sigma \mu_i c_i,$$

dove la somma Σ si riferisce a tutte le masse μ_i contenute nell'elemento e soddisfacenti alla condizione $\Sigma \mu_i = 0$. Di qui, facendo variare la posizione di tutti i punti dell'elemento, ma mantenendo costanti le singole masse μ_i, che li debbono accompagnare nei loro spostamenti, si ha

$$\delta(m_a dS) = \Sigma \mu_i \delta a_i, \quad \text{etc.}$$

Ora, per l'ammessa continuità degli spostamenti si può porre

$$\delta a_i = \delta a + \frac{\partial \delta a}{\partial a}(a_i - a) + \frac{\partial \delta a}{\partial b}(b_i - b) + \frac{\partial \delta a}{\partial c}(c_i - c), \quad \text{etc.},$$

epperò si ottiene

$$\Sigma\mu_i\delta a_i = \frac{\partial\delta a}{\partial a}\Sigma\mu_i a_i + \frac{\partial\delta a}{\partial b}\Sigma\mu_i b_i + \frac{\partial\delta a}{\partial c}\Sigma\mu_i c_i$$

$$= \left(\frac{\partial\delta a}{\partial a} m_a + \frac{\partial\delta a}{\partial b} m_b + \frac{\partial\delta a}{\partial c} m_c\right) dS\,; \quad \text{etc.}\,;$$

debbono dunque sussistere le equazioni:

$$(15) \quad \begin{cases} \delta(m_a dS) = \left(\frac{\partial\delta a}{\partial a} m_a + \frac{\partial\delta a}{\partial b} m_b + \frac{\partial\delta a}{\partial c} m_c\right) dS\,, \\ \delta(m_b dS) = \left(\frac{\partial\delta b}{\partial a} m_a + \frac{\partial\delta b}{\partial b} m_b + \frac{\partial\delta b}{\partial c} m_c\right) dS\,, \\ \delta(m_c dS) = \left(\frac{\partial\delta c}{\partial a} m_a + \frac{\partial\delta c}{\partial b} m_b + \frac{\partial\delta c}{\partial c} m_c\right) dS\,, \end{cases}$$

le quali forniscono le cercate espressioni delle variazioni δm_a, δm_b, δm_c, giacchè si sa essere

$$(15)_a \quad \delta(dS) = \left(\frac{\partial\delta a}{\partial a} + \frac{\partial\delta b}{\partial b} + \frac{\partial\delta c}{\partial c}\right) dS\,.$$

Queste variazioni son quelle che devono considerarsi, in risposta al quesito dianzi formulato, come semplicemente imposte dalla deformazione della sede materiale S: esse si diranno perciò *variazioni forzate,* in opposizione a quelle altre che potrebbero verificarsi, *a sede fissa,* nell'intensità o nella distribuzione delle masse magnetiche μ_i e che si diranno *variazioni libere.*

Se non che, per restare in armonia col tenore generale di queste ricerche, giova rendere indipendente la deduzione delle formole precedenti dalla considerazione, che vi è implicita, dell'*elemento magnetico.* A tal fine conviene ricorrere all'equazione generale (2) del § 2, *M. M.,* qui trascritta nella forma

$$(15)_b \quad \int U d\mu = \int \left(\frac{\partial U}{\partial a} m_a + \frac{\partial U}{\partial b} m_b + \frac{\partial U}{\partial c} m_c\right) dS\,,$$

dove $d\mu$ rappresenta l'elemento generico di *magnetismo libero,* esistente sotto la forma kdS nell'elemento di volume dS, oppure sotto la forma $hd\sigma$ nell'elemento di superficie $d\sigma$. Da quest'equazione, facendo dapprima va-

riare tutti gli argomenti, si deduce:

$$\int \delta U d\mu + \int U \delta d\mu = \int \delta \left[\left(\frac{\partial U}{\partial a} m_a + \frac{\partial U}{\partial b} m_b + \frac{\partial U}{\partial c} m_c \right) dS \right].$$

Dalla stessa equazione, mutando U in δU (variazione la quale deve supporsi monodroma e continua, come la funzione U stessa) si deduce anche:

$$\int \delta U d\mu = \int \left(\frac{\partial \delta U}{\partial a} m_a + \frac{\partial \delta U}{\partial b} m_b + \frac{\partial \delta U}{\partial c} m_c \right) dS,$$

dove

$$\frac{\partial \delta U}{\partial a} = \delta \left(\frac{\partial U}{\partial a} \right) + \frac{\partial U}{\partial a} \frac{\partial \delta a}{\partial a} + \frac{\partial U}{\partial b} \frac{\partial \delta b}{\partial a} + \frac{\partial U}{\partial c} \frac{\partial \delta c}{\partial a}, \quad \text{etc.}$$

Se dunque si scrive

$$\delta \left(\frac{\partial U}{\partial a} m_a dS \right) = \delta \left(\frac{\partial U}{\partial a} \right) \cdot m_a dS + \frac{\partial U}{\partial a} \delta (m_a dS), \quad \text{etc.}$$

si ottiene l'equazione:

$$\int \left\{ \left(\frac{\partial U}{\partial a} \frac{\partial \delta a}{\partial a} + \frac{\partial U}{\partial b} \frac{\partial \delta b}{\partial a} + \frac{\partial U}{\partial c} \frac{\partial \delta c}{\partial a} \right) m_a + \cdots\cdots \right\} dS + \int U \delta d\mu$$
$$= \int \left\{ \frac{\partial U}{\partial a} \delta (m_a dS) + \frac{\partial U}{\partial b} \delta (m_b dS) + \frac{\partial U}{\partial c} \delta (m_c dS) \right\},$$

alla quale si soddisfa nel modo più generale ponendo:

$$(15)_c \quad \begin{cases} \delta(m_a dS) = \left\{ \dfrac{\partial \delta a}{\partial a} m_a + \dfrac{\partial \delta a}{\partial b} m_b + \dfrac{\partial \delta a}{\partial c} m_c + (\delta m_a) \right\} dS, \\[2ex] \delta(m_b dS) = \left\{ \dfrac{\partial \delta b}{\partial a} m_a + \dfrac{\partial \delta b}{\partial b} m_b + \dfrac{\partial \delta b}{\partial c} m_c + (\delta m_b) \right\} dS, \\[2ex] \delta(m_c dS) = \left\{ \dfrac{\partial \delta c}{\partial a} m_a + \dfrac{\partial \delta c}{\partial b} m_b + \dfrac{\partial \delta c}{\partial c} m_c + (\delta m_c) \right\} dS, \end{cases}$$

dove (δm_a), (δm_b), (δm_c) sono tre quantità soggette all'unica condizione

$$\int U \delta d\mu = \int \left\{ \frac{\partial U}{\partial a} (\delta m_a) + \frac{\partial U}{\partial b} (\delta m_b) + \frac{\partial U}{\partial c} (\delta m_c) \right\},$$

sono, cioè, le componenti di momento d'una distribuzione magnetica, esistente nella *sede fissa* S, cui corrispondono, nei singoli elementi dS, $d\sigma$ di volume e di superficie, le quantità arbitrarie $\delta d\mu$ di magnetismo libero.

Le formole $(15)_c$ sono assolutamente generali. Per venire alla questione particolare di cui doveva trattarsi basta osservare che, se non avesse luogo spostamento veruno, queste stesse formole darebbero $\delta m_a = (\delta m_a)$, etc., mentre la definizione stessa di variazione *forzata* esige che in questo caso debba essere

$$\delta m_a = \delta m_b = \delta m_c = 0\,.$$

Il carattere delle variazioni forzate è dunque espresso da

$$(\delta m_a) = (\delta m_b) = (\delta m_c) = 0$$

(assenza di variazioni *libere*), con che le equazioni $(15)_c$ si riducono per lo appunto alle (15).

Equazioni del tutto analoghe si verificano per le variazioni delle componenti d'intensità specifica di corrente: a convincersi della qual cosa basta osservare che, sussistendo (5) per ogni distribuzione galvanica in tre dimensioni l'equazione

$$\int\left(\frac{\partial U}{\partial a} j_a + \frac{\partial U}{\partial b} j_b + \frac{\partial U}{\partial c} j_c\right) dS = 0\,,$$

dove U ha lo stesso carattere che in $(15)_b$, le quantità j_{abc} possono essere considerate come componenti d'una polarizzazione magnetica a magnetismo libero dovunque nullo (ed infatti le equazioni di condizione $(14)_a$ corrispondono appuntino a quelle del § 7 *M. M.*). Le variazioni forzate delle componenti d'intensità specifica d'una distribuzione galvanica a sede variabile sono date quindi dalle equazioni seguenti:

$$(16)\qquad \begin{cases} \delta(j_a dS) = \left(\dfrac{\partial \delta a}{\partial a} j_a + \dfrac{\partial \delta a}{\partial b} j_b + \dfrac{\partial \delta a}{\partial c} j_c\right) dS\,, \\[2ex] \delta(j_b dS) = \left(\dfrac{\partial \delta b}{\partial a} j_a + \dfrac{\partial \delta b}{\partial b} j_b + \dfrac{\partial \delta b}{\partial c} j_c\right) dS\,, \\[2ex] \delta(j_c dS) = \left(\dfrac{\partial \delta c}{\partial a} j_a + \dfrac{\partial \delta c}{\partial b} j_b + \dfrac{\partial \delta c}{\partial c} j_c\right) dS\,. \end{cases}$$

(Helmholtz, *Wiss. Abh.* T. I, p. 731).

§ **14.** Per calcolare generalmente l'azione *ponderomotrice* che puó venire esercitata sopra un corpo magnetico, variabile di posizione ed eventualmente anche di forma, si denotino con X, Y, Z le componenti della forza qualunque che agisce, nel punto generico (a, b, c), sopra un polo unitario ivi situato. Se $d\mu$ è una quantità di magnetismo libero concentrata nello stesso punto e se $\delta a, \delta b, \delta c$ sono le componenti dello spostamento infinitesimo di questo, il *lavoro ponderomotore* che nasce dall'azione della detta forza sull'intero corpo può essere rappresentato da

$$\delta L_p = \int (X\delta a + Y\delta b + Z\delta c) d\mu ,$$

dove l'integrazione si estende a tutte le masse magnetiche $d\mu$. Ammessa la continuità degli spostamenti, si può porre, nel teorema generale $(15)_b$,

$$U = X\delta a + Y\delta b + Z\delta c$$

e si ottiene

$$\delta L_p = \int \left\{ \frac{\partial (X\delta a + Y\delta b + Z\delta c)}{\partial a} m_a + \cdots\cdots \right\} dS ,$$

ovvero

$$\delta L_p = \int \left\{ \left(\frac{\partial X}{\partial a} m_a + \frac{\partial X}{\partial b} m_b + \frac{\partial X}{\partial c} m_c \right) \delta a + \cdots\cdots \right\} dS \tag{17}$$
$$+ \int \left\{ \left(\frac{\partial \delta a}{\partial a} m_a + \frac{\partial \delta a}{\partial b} m_b + \frac{\partial \delta a}{\partial c} m_c \right) X + \cdots\cdots \right\} dS .$$

L'espressione sotto il secondo integrale può mettersi sotto la forma $(\Omega + \Theta) dS$, dove

$$\Omega = (Zm_b - Ym_c) \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \delta c}{\partial b} - \frac{\partial \delta b}{\partial c} \right) + \cdots\cdots ,$$

$$\Theta = Xm_a \frac{\partial \delta a}{\partial a} + Ym_b \frac{\partial \delta b}{\partial b} + Zm_c \frac{\partial \delta c}{\partial c} + \frac{1}{2}(Zm_b + Ym_c) \left(\frac{\partial \delta c}{\partial b} + \frac{\partial \delta b}{\partial c} \right) + \cdots\cdots ,$$

ed il risultato (17) può quindi interpretarsi dicendo che l'azione ponderomotrice delle forze (X, Y, Z) sul corpo magnetico è rappresentata:

1°) da *forze traslatorie*, agenti su ciascun elemento di volume dS,

colle componenti:

$$(17)_a \quad \begin{cases} \left(\frac{\partial X}{\partial a} m_a + \frac{\partial X}{\partial b} m_b + \frac{\partial X}{\partial c} m_c\right) dS, \\ \left(\frac{\partial Y}{\partial a} m_a + \frac{\partial Y}{\partial b} m_b + \frac{\partial Y}{\partial c} m_c\right) dS, \\ \left(\frac{\partial Z}{\partial a} m_a + \frac{\partial Z}{\partial b} m_b + \frac{\partial Z}{\partial c} m_c\right) dS; \end{cases}$$

2°) da *momenti rotatorii*, agenti su ciascun elemento di volume dS, colle componenti:

$$(17)_b \qquad (Zm_b - Ym_c)dS, \quad (Xm_c - Zm_a)dS, \quad (Ym_a - Xm_b)dS;$$

3°) da *pressioni*, agenti su ciascun elemento piano tracciato nel corpo magnetico, colle componenti unitarie:

$$(17)_c \qquad \begin{cases} X_x = Xm_a, \\ Y_y = Ym_b, \\ Z_z = Zm_c; \end{cases} \qquad \begin{cases} Y_z = \frac{1}{2}(Zm_b + Ym_c), \\ Z_x = \frac{1}{2}(Xm_c + Zm_a), \\ X_y = \frac{1}{2}(Ym_a + Xm_b). \end{cases}$$

Queste pressioni restano naturalmente prive d'effetto quando il corpo magnetico é *rigido*. In questo caso non sussistono se non le forze traslatorie $(17)_a$ ed i momenti rotatorii $(17)_b$ (Thomson, *Reprint* p. 373).

Ma all'espressione sotto il secondo integrale in (17) si puó anche dare la forma (15):

$$X\delta(m_a dS) + Y\delta(m_b dS) + Z\delta(m_c dS),$$

mentre quella sotto il primo integrale puó essere trasformata in base alle identitá:

$$\frac{\partial X}{\partial a} m_a + \frac{\partial X}{\partial b} m_b + \frac{\partial X}{\partial c} m_c = \frac{\partial X}{\partial a} m_a + \frac{\partial Y}{\partial a} m_b + \frac{\partial Z}{\partial a} m_c$$
$$+ \left(\frac{\partial X}{\partial c} - \frac{\partial Z}{\partial a}\right) m_c - \left(\frac{\partial Y}{\partial a} - \frac{\partial X}{\partial b}\right) m_b, \quad \text{etc.};$$

si puó quindi scrivere anche:

$$(17)_d \quad \delta L_p = \delta \int (Xm_a + Ym_b + Zm_c) dS + \int \left\{ \left(\frac{\partial Z}{\partial b} - \frac{\partial Y}{\partial c}\right)(m_b \delta c - m_c \delta b) + \cdots\cdots \right\} dS.$$

Suppongasi ora che la forza agente sul corpo magnetico sia la forza elettromagnetica G, emanante da una distribuzione galvanica; si ponga, cioè:

$$X = G_a\,, \quad Y = G_b\,, \quad Z = G_c\,.$$

Si ottiene in tal caso $(17)_d$, $(3)_a$:

$$(17)_e \qquad \delta L_p = \delta \int (G_a m_a + G_b m_b + G_c m_c) dS$$
$$+ 4\pi \int \{ (m_z j_y - m_y j_z)\delta x + (m_x j_z - m_z j_x)\delta y + (m_y j_x - m_x j_y)\delta z \} \, d\Sigma\,,$$

dove, per chiarezza, si sono designate con x, y, z le coordinate d'un punto qualunque dello spazio Σ comune alle due distribuzioni, magnetica e galvanica (per il caso in cui il corpo magnetico sia in tutto od in parte attraversato dalle correnti donde emana la forza G). Rimettendo a più tardi (§ 18) alcune avvertenze relative a questo spazio comune Σ, giova procedere subito ad una trasformazione dell'espressione precedente.

§ **15.** Conviene d'ora innanzi distinguere coll'apice (giusta le indicazioni del § 12) ciò che si riferisce al corpo magnetico, designando in particolare con (a', b', c') un punto dello spazio S' occupato dal detto corpo. Quando occorra di richiamare le formole magnetiche dei precedenti due §§, s'intenderà già fatto in esse tale mutamento.

Stante l'eguaglianza

$$\int (G_{a'} m_{a'} + G_{b'} m_{b'} + G_{c'} m_{c'}) dS' = \int (V'_a j_a + V'_b j_b + V'_c j_c) dS\,,$$

che risulta dalle formole (12), $(12)_b$ del § 11, si può, nell'equazione $(17)_e$, sostituire all'integrale di cui è da prendere la variazione δ quest'altro integrale, esteso allo spazio S occupato dalla distribuzione galvanica:

$$(18) \qquad \Pi = \int (V'_a j_a + V'_b j_b + V'_c j_c) dS\,.$$

Per la più precisa determinazione del senso in cui è ora da prendersi la variazione δ di quest' importantissima espressione Π, si rendono utili le considerazioni seguenti, le quali fanno intervenire alcune nuove formole e relazioni, necessarie anche a conoscersi per una successiva deduzione (§ 20)

In analogia colle formole $(1)_a$ del § 1 si ponga:

$$M'_a = \int \frac{m_{a'} dS'}{r}\,, \quad M'_b = \int \frac{m_{b'} dS'}{r}\,, \quad M'_c = \int \frac{m_{c'} dS'}{r}\,,$$

talchè sia $(1)_b$:

$$V'_a = \frac{\partial M'_c}{\partial b} - \frac{\partial M'_b}{\partial c}, \quad \text{etc.}$$

Facendo variare la distribuzione magnetica m, ma considerando come invariabile il punto potenziato (a, b, c), si ha di qui:

$$\delta V'_a = \frac{\partial \delta M'_c}{\partial b} - \frac{\partial \delta M'_b}{\partial c}, \quad \text{etc.}$$

talchè il calcolo delle variazioni $\delta V'_{abc}$, prese in tali condizioni, dipende da quello delle variazioni $\delta M'_{abc}$, prese nelle condizioni medesime. Ora si ha:

$$\delta M'_a = \int \frac{\delta(m_{a'} dS')}{r} + \int m_{a'} \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a'} \delta a' + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b'} \delta b' + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c'} \delta c' \right) dS'$$

$$= \int \frac{\delta(m_{a'} dS')}{r} - \frac{\partial}{\partial a} \int \frac{m_{a'} \delta a' dS'}{r} - \frac{\partial}{\partial b} \int \frac{m_{a'} \delta b' dS'}{r} - \frac{\partial}{\partial c} \int \frac{m_{a'} \delta c' dS'}{r},$$

dove, supposto che si tratti (15) di variazione forzata, è

$$\int \frac{\delta(m_{a'} dS')}{r} = \int \left(\frac{\partial \delta a'}{\partial a'} m_{a'} + \frac{\partial \delta a'}{\partial b'} m_{b'} + \frac{\partial \delta a'}{\partial c'} m' \right) \frac{dS'}{r}$$

$$= \int \left\{ \frac{\partial}{\partial a'} \left(\frac{\delta a'}{r} \right) m_{a'} + \frac{\partial}{\partial b'} \left(\frac{\delta a'}{r} \right) m_{b'} + \frac{\partial}{\partial c'} \left(\frac{\delta a'}{r} \right) m_{c'} \right\} dS'$$

$$+ \frac{\partial}{\partial a} \int \frac{m_{a'} \delta a' dS'}{r} + \frac{\partial}{\partial b} \int \frac{m_{b'} \delta a' dS'}{r} + \frac{\partial}{\partial c} \int \frac{m_{c'} \delta a' dS'}{r};$$

si può dunque scrivere:

$$\delta M'_a = \int \left\{ \frac{\partial}{\partial a'} \left(\frac{\delta a'}{r} \right) m_{a'} + \frac{\partial}{\partial b'} \left(\frac{\delta a'}{r} \right) m_{b'} + \frac{\partial}{\partial c'} \left(\frac{\delta a'}{r} \right) m_{c'} \right\} dS'$$

$$+ \frac{\partial}{\partial b} \int \frac{m_{b'} \delta a' - m_{a'} \delta b'}{r} dS' - \frac{\partial}{\partial c} \int \frac{m_{a'} \delta c' - m_{c'} \delta a'}{r} dS'.$$

Ma il primo integrale del secondo membro non è altro che

$$\int \frac{\delta a' d\mu'}{r},$$

come si riconosce ponendo $U = \delta a' : r$ nell'equazione $(15)_b$ del § 12 (e scrivendo $d\mu'$ al posto di $d\mu$); ponendo quindi, per brevità,

$$N'_a = \int \frac{m_{c'}\delta b' - m_{b'}\delta c'}{r} dS', \quad N'_b = \int \frac{m_{a'}\delta c' - m_{c'}\delta a'}{r} dS', \quad N'_c = \int \frac{m_{b'}\delta a' - m_{a}\delta b'}{r} dS',$$

si ottiene finalmente:

$$\delta M'_a = \int \frac{\delta a' d\mu'}{r} + \frac{\partial N'_c}{\partial b} - \frac{\partial N'_b}{\partial c},$$

$$\delta M'_b = \int \frac{\delta b' d\mu'}{r} + \frac{\partial N'_a}{\partial c} - \frac{\partial N'_c}{\partial a},$$

$$\delta M'_c = \int \frac{\delta c' d\mu'}{r} + \frac{\partial N'_b}{\partial a} - \frac{\partial N'_a}{\partial b}.$$

Di qui si deduce:

$$\delta V'_a = \int \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c'} \delta b' - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b'} \delta c' \right) d\mu' + \frac{\partial [N']}{\partial a} - \Delta_2 N'_a,$$

$$\delta V'_b = \int \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a'} \delta c' - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c'} \delta a' \right) d\mu' + \frac{\partial [N']}{\partial b} - \Delta_2 N'_b,$$

$$\delta V'_c = \int \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b'} \delta a' - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a'} \delta b' \right) d\mu' + \frac{\partial [N']}{\partial c} - \Delta_2 N'_c,$$

dove, come al solito, si è posto

$$[N'] = \frac{\partial N'_a}{\partial a} + \frac{\partial N'_b}{\partial b} + \frac{\partial N'_c}{\partial c}.$$

Ora se il punto (a, b, c) è interno allo spazio S', si ha:

$$\Delta_2 N'_a = -4\pi(m_c \delta b - m_b \delta c), \quad \text{etc.}$$

e queste formole sono vere in ogni caso se alle quantità $m_{a'b'c'}$ si attribuisce (come d'uso) il valor *zero* al di fuori del corpo magnetico. Moltiplicando quindi ordinatamente i trovati valori di $\delta V'_{abc}$ per j_{abc} ed integrando

su tutto lo spazio S, con riguardo alle formole (14), alle formole (2) ed al teorema (5), si ottiene:

$$\int(\delta V'_a . j_a + \delta V'_b . j_b + \delta V'_c . j_c)dS$$
$$=\int(G_{a'}\delta a' + G_{b'}\delta b' + G_{c'}\delta c')d\mu' - 4\pi\int\{(m_z j_y - m_y j_z)\delta x + \cdots\cdots\}d\Sigma\,,$$

dove, come in $(17)_e$, il luogo Σ dei punti (x, y, z) è lo spazio comune ad S e ad S'. D'altronde l'integrale

$$\int(G_{a'}\delta a' + G_{b'}\delta b' + G_{c'}\delta c')d\mu'$$

non è altro che la quantità designata nel § precedente con δL_p, da designarsi ora invece con $\delta L'_p$; si ha dunque $(17)_e$:

$$\delta\int(G_{a'}m_{a'} + G_{b'}m_{b'} + G_{c'}m_{c'})dS' = \int(\delta V'_a . j_a + \delta V'_b . j_b + \delta V'_c . j_c)dS$$

cioè (18):

$$= \delta\int(V'_a j_a + V'_b j_b + V'_c j_c)dS = \delta\Pi\,,$$

dove la variazione δ ha il senso che risulta dal già detto in questo stesso §, cioè proviene dalla deformazione dello spazio S' e dalla conseguente variazione forzata del momento magnetico m, restando fisso il punto (a, b, c) cui si riferisce la terna potenziale V'_{abc} del corpo magnetico S'.

In base a ciò si porrà definitivamente:

$$(18)_a \qquad \delta L'_p = \delta\Pi + 4\pi\int\{(m_z j_y - m_y j_z)\delta x + \cdots\cdots\}d\Sigma\,.$$

§ **16.** Per determinare, con un procedimento analogo al precedente, il lavoro ponderomotore che il corpo magnetico S' esercita sul conduttore galvanico S, quando questo subisce una deformazione infinitesima, bisogna conoscere la forza che fa riscontro alla elettromagnetica, cioè quella che sarebbe da qualificarsi come *forza magnetoelettrica.*

Nel caso più semplice, questa forza può essere determinata colla considerazione seguente, fondata sopra un'abbastanza plausibile estensione ai potenziali polidromi di un canone riguardante i potenziali monodromi.

Supposto che il punto (a', b', c') sia esterno al conduttore, il trinomio $G_{a'}da' + G_{b'}db' + G_{c'}dc'$ ammette un integrale, generalmente polidromo, che si denoterà con $-U'$. Propriamente si porrà

$$U' = \int_{a'b'c'}^{\infty}(G_{a'}da' + G_{b'}db' + G_{c'}dc')\,,$$

intendendo che il cammino d'integrazione s' si diriga, in un modo determinato, dal punto (a', b', c') all'infinito, nello spazio esterno al conduttore; per tal guisa U' rappresenta il lavoro ponderomotore compiuto dalle forze elettromagnetiche sopra un punto materiale, sede d'un polo magnetico unitario, durante il passaggio di questo punto (lungo il cammino s') dal posto (a', b', c') all'infinito. Si ammetta che qualora, restando invece fisso il polo magnetico, il conduttore subisse una qualunque deformazione infinitesima, il corrispondente decremento della quantità U' rappresenterebbe il lavoro elementare compiuto sul conduttore medesimo dalle forze magnetoelettriche emananti dal polo.

Introducendo in U' i valori di $G_{a'b'c'}$, si trova

$$U' = \int_{a'b'c'}^{\infty} \int \left\{ \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c} j_b - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b} j_c \right) da' + \cdots\cdots \right\} dS,$$

ossia

$$U' = \int (w_a j_a + w_b j_b + w_c j_c) dS,$$

posto per brevità:

$$v_a = \int_{a'b'c'}^{\infty} \frac{da'}{r}, \qquad v_b = \int_{a'b'c'}^{\infty} \frac{db'}{r}, \qquad v_c = \int_{a'b'c'}^{\infty} \frac{dc'}{r},$$

$$w_a = \frac{\partial v_c}{\partial b} - \frac{\partial v_b}{\partial c}, \qquad w_b = \frac{\partial v_a}{\partial c} - \frac{\partial v_c}{\partial a}, \qquad w_c = \frac{\partial v_b}{\partial a} - \frac{\partial v_a}{\partial b}.$$

Facendo variare il luogo S dei punti (a, b, c) si ottiene:

$$\delta U' = \int \{ w_a \delta(j_a dS) + w_b \delta(j_b dS) + w_c \delta(j_c dS) \} + \int (j_a \delta w_a + j_b \delta w_b + j_c \delta w_c) dS.$$

Avuto riguardo ai valori (16) delle variazioni forzate $\delta(j_a dS)$, etc., la quantità sotto il primo integrale è il prodotto di dS per il polinomio

$$w_a \left(\frac{\partial \delta a}{\partial a} j_a + \frac{\partial \delta a}{\partial b} j_b + \frac{\partial \delta a}{\partial c} j_c \right) + \text{etc.},$$

il quale può essere trasformato in quest'altro:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial a} j_a + \frac{\partial \varphi}{\partial b} j_b + \frac{\partial \varphi}{\partial c} j_c - \left(\frac{\partial w_a}{\partial a} \delta a + \frac{\partial w_b}{\partial a} \delta b + \frac{\partial w_c}{\partial a} \delta c \right) j_a - \text{etc.},$$

dove

$$\varphi = w_a \delta a + w_b \delta b + w_c \delta c:$$

riducendo e tenendo conto del teorema (5) si puó quindi scrivere:

$$\delta U' = \int \left\{ \left[\left(\frac{\partial w_b}{\partial a} - \frac{\partial w_a}{\partial b} \right) j_b - \left(\frac{\partial w_a}{\partial c} - \frac{\partial w_c}{\partial a} \right) j_c \right] \delta a + \cdots\cdots \right\} dS .$$

Ma, per essere il punto (a, b, c) a distanza finita dalla linea s', si ha

$$\Delta_2 v_a = \Delta_2 v_b = \Delta_2 v_c = 0 ,$$

$$\frac{\partial v_a}{\partial a} + \frac{\partial v_b}{\partial b} + \frac{\partial v_c}{\partial c} = -\int_{a'b'c'}^{\infty} \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a'} da' + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b'} db' + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c'} dc' \right) = \frac{1}{r} ,$$

epperó

$$\frac{\partial w_c}{\partial b} - \frac{\partial w_b}{\partial c} = -\Delta_2 v_a + \frac{\partial}{\partial a} \left(\frac{\partial v_a}{\partial a} + \frac{\partial v_b}{\partial b} + \frac{\partial v_c}{\partial c} \right) = \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a} , \quad \text{etc.} ;$$

si giunge cosí all'espressione definitiva del decremento di U':

$$-\delta U' = \int \left\{ \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b} j_c - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c} j_b \right) \delta a + \cdots\cdots \right\} dS ,$$

espressione la quale, come si vede, dipende unicamente dalla posizione (a', b', c') del polo e non reca piú alcuna traccia del cammino d'integrazione s'.

Dalla forma di quest'espressione risulta, per l'ammessa ipotesi, che il cercato lavoro ponderomotore magnetoelettrico puó riguardarsi come dovuto ad una forza di componenti

$$\left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b} j_c - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c} j_b \right) dS , \quad \text{etc.}$$

agente su ciascun elemento dS del conduttore galvanico; forza la quale, come giova notare, é eguale e contraria alla cosidetta forza elettromagnetica *elementare* (cioé a quella donde si puó concepire che nasca, per via di composizione, la forza G), la quale é invece applicata al polo. Se, al posto d'un polo unitario, s'immagina collocata in (a', b', c') una massa magnetica elementare $d\mu'$, e se poscia si considera un sistema continuo di tali masse, per guisa da ricostituire un corpo magnetico S', di funzione potenziale V', si ottengono cosí le seguenti espressioni delle componenti

di forza magnetoelettrica esercitata da un tal corpo sull'elemento dS d'un conduttore galvanico:

$$\left(\frac{\partial V'}{\partial b} j_c - \frac{\partial V'}{\partial c} j_b\right) dS\,, \quad \text{etc.}\,,$$

o meglio

$$(F'_c j_b - F'_b j_c) dS\,, \quad (F'_a j_c - F'_c j_a) dS\,, \quad (F'_b j_a - F'_a j_b) dS\,, \tag{19}$$

dove F' è la forza magnetica del corpo.

Queste espressioni restano così stabilite (ammesso il postulato di cui sopra) nel supposto che l'elemento dS sia esterno al corpo magnetico S'. Per il caso in cui quell'elemento faccia parte dello spazio S' sembra mancare qualsiasi indicazione precisa circa l'esistenza e la natura della forza di cui qui si tratta. Se tuttavia si ammette che le componenti di questa forza sieno rappresentate *in ogni caso* dalle espressioni precedenti, si giunge a risultati concordanti colle teorie ricevute.

§ **17.** Accettando l'ipotesi testé accennata, se si designa con δL_p il lavoro ponderomotore esercitato dal corpo magnetico S' sul conduttore galvanico S, durante una deformazione infinitesima di quest'ultimo, si ha:

$$\delta L_p = \int \{ (F'_c j_b - F'_b j_c) \delta a + \cdots\cdots \} dS\,,$$

od anche (1):

$$\delta L_p = \int (G'_c j_b - G'_b j_c) \delta a + \cdots\cdots \} dS - 4\pi \int \{ (m_z j_y - m_y j_z) \delta x + \cdots\cdots \} d\Sigma\,,$$

dove G' è la forza polare od elettromagnetica del corpo S' e dove Σ è, come sempre, lo spazio comune ad S e ad S'.

Ora dall'eguaglianza

$$G'_c j_b - G'_b j_c = \frac{\partial V'_a}{\partial a} j_a + \frac{\partial V'_b}{\partial a} j_b + \frac{\partial V'_c}{\partial a} j_c - \left(\frac{\partial V'_a}{\partial a} j_a + \frac{\partial V'_a}{\partial b} j_b + \frac{\partial V'_a}{\partial c} j_c\right)$$

e dalle due analoghe si ricava

$$(G'_c j_b - G'_b j_c) \delta a + \cdots\cdots = \delta V'_a . j_a + \delta V'_b . j_b + \delta V'_c . j_c$$
$$- \left\{ \left(\frac{\partial V'_a}{\partial a} j_a + \frac{\partial V'_a}{\partial b} j_b + \frac{\partial V'_a}{\partial c} j_c\right) \delta a + \cdots\cdots \right\},$$

dove le variazioni $\delta V'_{abc}$ si riferiscono ora al semplice spostamento $(\delta a, \delta b, \delta c)$

del punto potenziato (a, b, c). Il secondo membro di quest'eguaglianza, moltiplicato per dS, si riduce, ponendo per un momento

$$\varphi = V'_a \delta a + V'_b \delta b + V'_c \delta c$$

e facendo intervenire le condizioni (16) di variazione forzata dell'intensità di corrente, all'espressione

$$(\delta V'_a . j_a + \delta V'_b . j_b + \delta V'_c . j_c) dS - \left(\frac{\partial \varphi}{\partial a} j_a + \frac{\partial \varphi}{\partial b} j_b + \frac{\partial \varphi}{\partial c} j_c \right) dS$$
$$+ V'_a \delta (j_a dS) + V'_b \delta (j_b dS) + V'_c \delta (j_c dS) ,$$

ossia alla

$$\delta [(V'_a j_a + V'_b j_b + V'_c j_c) dS] - \left(\frac{\partial \varphi}{\partial a} j_a + \frac{\partial \varphi}{\partial b} j_b + \frac{\partial \varphi}{\partial c} j_c \right) dS ;$$

cosicchè, per essere nullo (5) l'integrale del secondo gruppo di termini, si ottiene (18):

$$(20) \qquad \int \{ (G'_c j_b - G'_b j_c) \delta a + \cdots\cdots \} dS = \delta \int (V'_a j_a + V'_b j_b + V'_c j_c) dS = \delta \Pi .$$

La variazione $\delta \Pi$ ha qui un significato interamente diverso da quello che aveva nel § 15, si riferisce, cioè, alla deformazione dello spazio S luogo dei punti (a, b, c) ed alla conseguente variazione forzata dell'intensità j, mentre si suppone che resti inalterato lo spazio S' donde emana la terna potenziale V'_{abc}.

Con questo significato per $\delta \Pi$ si ha, quale espressione definitiva del lavoro elementare magnetoelettrico:

$$(20)_a \qquad \delta L_p = \delta \Pi - 4\pi \int \{ (m_z j_y - m_y j_z) \delta x + \cdots\cdots \} d\Sigma .$$

§ **18.** Si supponga ora che amendue i corpi S, S' subiscano ad un tempo una deformazione infinitesima, in guisa però che ciascuno dei loro punti comuni, se ne esistono, riceva nell' uno e nell' altro un solo e medesimo spostamento (come non può a meno di avvenire ogni volta che uno stesso elemento materiale è sede ad un tempo di polarizzazione magnetica e di flusso elettrico). Dalla somma delle due equazioni $(18)_a$, $(20)_a$ si ricava in tale supposizione:

$$(21) \qquad \delta L_p + \delta L'_p = \delta \Pi ,$$

dove la variazione δ dell'espressione Π è ora *totale,* cioè relativa ad

amendue i corpi ad un tempo. Questo risultato conduce a concludere che la quantità $-\Pi$, definita da (18), deve considerarsi come il *potenziale ponderomotore mutuo* dei due corpi. Il decremento di questa quantità (la quale si annulla quando i due corpi sono a distanza infinita fra loro) misura infatti, in ogni caso, il *totale lavoro ponderomotore mutuo* che si produce durante una qualunque deformazione infinitesima del sistema, deformazione accompagnata da quelle sole variazioni d' intensità magnetica e galvanica che sono strettamente *imposte* dalla deformazione stessa.

Quando i due corpi S, S' non hanno punti comuni, i lavori ponderomotori parziali compiuti separatamente sul magnete S' e sul conduttore S ammettono una determinazione distinta, la quale, a tenore delle equazioni $(18)_a$, $(20)_a$, è fornita semplicemente dalla rispettiva *variazione parziale* del potenziale Π. Quando invece esiste una parte Σ comune ai due corpi, non si può più distinguere un lavoro eseguito sul magnete da uno eseguito sul conduttore, e le due citate equazioni $(18)_a$, $(20)_a$ non definiscono questi due lavori se non in un modo puramente convenzionale, cioè nel supposto che la deformazione si compia, nella parte comune Σ, soltanto per l' uno o soltanto per l' altro dei due corpi, il che è fisicamente inconcepibile. Non è che sommando le dette due equazioni che si fa scomparire questa convenzione e che si riproduce quel risultato che sarebbesi ottenuto *ab initio,* se si fosse tenuto conto della variabilità simultanea dei due corpi.

È ora facile completare l' analisi delle forze che sollecitano ciascun elemento del sistema, senza distinzione di corpi, anzi con più diretto riguardo agli elementi che questi possono evere in comune. Si ha (20), distinguendo per chiarezza con δ' la variazione parziale relativa alla sola distribuzione magnetica:

$$\delta\Pi = \int \{ \delta' V'_a j_a + \cdots\cdots + (G'_c j_b - G'_b j_c)\delta a + \cdots\cdots \} dS,$$

od anche, utilizzando la verificazione già fatta nel § 15,

$$\delta\Pi = \int \{\delta' [(G_x m_x + G_y m_y + G_z m_z) dS] + (G'_z j_y - G'_y j_z) dS \delta x + \cdots\cdots \}$$

dove (x, y, z) designa, per comodo, un punto qualunque di S e di S' e dS l' elemento generico di volume circostante a questo punto. Di qui si ricava (15):

$$\delta\Pi = \int \Big\{ \Big(\frac{\partial G_x}{\partial x} m_x + \frac{\partial G_y}{\partial x} m_y + \frac{\partial G_z}{\partial x} m_z + G'_z j_y - G'_y j_z \Big) \delta x + \cdots\cdots$$
$$+ G_x \Big(\frac{\partial \delta x}{\partial x} m_x + \frac{\partial \delta x}{\partial y} m_y + \frac{\partial \delta x}{\partial z} m_z \Big) + \cdots\cdots \Big\} dS$$

e si conclude quindi senz'altro, ricordando le formole del § 14, che le azioni ponderomotrici *mutue* sono rappresentate da *forze traslatorie,* agenti su ciascun elemento di volume dS dell'uno o dell'altro corpo (e quindi in particolare della regione eventualmente comune ad essi), colle componenti:

$$(21)_a \quad \left\{ \begin{aligned} &\left(\frac{\partial G_x}{\partial x} m_x + \frac{\partial G_y}{\partial x} m_y + \frac{\partial G_z}{\partial x} m_z + G'_z j_y - G'_y j_z\right) dS\,, \\ &\left(\frac{\partial G_x}{\partial y} m_x + \frac{\partial G_y}{\partial y} m_y + \frac{\partial G_z}{\partial y} m_z + G'_x j_z - G'_z j_x\right) dS\,, \\ &\left(\frac{\partial G_x}{\partial z} m_x + \frac{\partial G_y}{\partial z} m_y + \frac{\partial G_z}{\partial z} m_z + G'_y j_x - G'_x j_y\right) dS\,, \end{aligned} \right.$$

ed inoltre da *momenti rotatorii* e da *pressioni,* le di cui componenti sono ancora quelle delle formole $(17)_{b,\,c}$ del citato § 14, fattovi $X = G_x$, $Y = G_y$, $Z = G_z$, $(a\,,\,b\,,\,c) = (x\,,\,y\,,\,z)$.

Di proposito si è avvertito che tale rappresentazione non riguarda se non le *azioni mutue* (ponderomotrici) dei due corpi S ed S', poichè vi sarebbero poi anche da considerare quelle che ciascuno di questi corpi esercita sopra sè stesso. Ma queste ultime forze, la di cui determinazione non presenta d'altronde veruna difficoltà, sono propriamente estranee all'elettromagnetismo inteso nello stretto senso della parola.

§ **19.** È noto che quando un corpo magnetico è in presenza d'un conduttore galvanico, ogni variazione del sistema costituito da questi due corpi dà luogo, nel secondo, a produzione di *forze elettromotrici,* rivelate dai fenomeni d'*induzione magnetoelettrica.* Per dedurre l'espressione quantitativa di queste forze può valere la considerazione seguente, che trova la sua giustificazione nelle conclusioni stesse cui essa conduce.

Abbiasi il solito conduttore galvanico S, che per un momento si riguarderà come geometricamente ed elettricamente invariabile, ed un punto materiale (a', b', c'), arbitrariamente situato nello spazio. Se questo punto porta con sè una carica magnetica unitaria, fungendo come polo magnetico d'intensità 1, esso trovasi sollecitato dalla forza elettromagnetica G, emanante dal conduttore, la quale dà luogo, per uno spostamento infinitesimo $(\delta a', \delta b', \delta c')$ del punto materiale medesimo, ad un lavoro ponderomotore elementare

$$G_{a'} \delta a' + G_{b'} \delta b' + G_{c'} \delta c'.$$

La forza G non ammette funzione potenziale unica, nell' interno dello spazio S, e non ammette che una funzione potenziale polidroma, nello spazio esterno al conduttore: se, dunque, il punto materiale percorre una linea rientrante in sè stessa, la somma dei successivi lavori elementari analoghi al precedente riesce, in generale, *diversa da zero.*

Per rimuovere l' incongruenza che, in condizioni ordinarie, deriverebbe da questo fatto, bisogna ammettere che al già considerato lavoro ponderomotore se ne associi qualche altro, in virtù del quale, percorsa che sia la linea rientrante e ripristinato il tutto nelle condizioni originarie, il lavoro *totale* sia di nuovo *nullo.* Il modo più semplice di soddisfare a tale esigenza è di supporre che, insieme col precedente lavoro ponderomotore, si produca costantemente un altro lavoro esattamente eguale e contrario

$$-G_{a'}\delta a' - G_{b'}\delta b' - G_{c'}\delta c',$$

il quale non può essere che un lavoro *elettromotore,* cioè un lavoro che si compie sulle correnti del corpo S e che si estrinseca con una modificazione infinitesima delle loro intensità e direzioni, distruggendo così la supposta invariabilità del sistema galvanico nelle immaginate condizioni. Trattasi ora, innanzi tutto, d' indagare la legge delle forze elettromotrici a cui, nelle ammesse ipotesi, è dovuto questo lavoro elementare di compensazione, che si denoterà con δL_e.

Dalle espressioni (2) della forza G si deduce (14):

$$\delta L_e = \int \left\{ \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b} j_c - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c} j_b \right) \delta a' + \cdots\cdots \right\} dS,$$

ossia

$$\delta L_e = \int \left\{ \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c} \delta b' - \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b} \delta c' \right) j_a + \cdots\cdots \right\} dS,$$

cosicchè, denotando con δt la durata infinitesima dello spostamento e ponendo:

$$\delta L_e = \delta t \int (e_a j_a + e_b j_b + e_c j_c) dS, \tag{22}$$

si ottiene

$$(22)_a \qquad \begin{cases} e_a \delta t = \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c} \delta b' - \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b} \delta c' , \\ e_b \delta t = \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a} \delta c' - \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c} \delta a' , \\ e_c \delta t = \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b} \delta a' - \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a} \delta b' , \end{cases}$$

Giova notare che ai secondi membri di queste equazioni si potrebbero aggiungere ordinatamente dei termini della forma

$$\frac{\partial \varphi}{\partial a} \delta t , \quad \frac{\partial \varphi}{\partial b} \delta t , \quad \frac{\partial \varphi}{\partial c} \delta t ,$$

dove φ denota una qualunque funzione monodroma e continua delle coordinate (a, b, c): e ció in virtú del teorema generale (5). Ma siffatta aggiunta verrá fatta piú opportunamente in seguito. Importa invece avvertire subito che, nell' interpretazione idrodinamica del § 4, il lavoro (22) puó considerarsi come quello che verrebbe effettuato sul fluido mobile j, nel tempuscolo δt, dalla forza unitaria e di componenti $(22)_a$. Questa forza é precisamente quella che, nell' ordinario linguaggio ed in armonia colle ordinarie definizioni, si qualifica come *forza elettromotrice* provocata, nel punto (a, b, c) del conduttore, dal polo magnetico mobile (a', b', c').

Si é supposto che il corpo S fosse immobile; e, in particolare, nelle espressioni $(22)_a$ delle componenti di e, é stato supposto immobile il punto materiale (a, b, c). È necessario aggiungere un' ipotesi, per il caso che questo punto sia in moto: quest' ipotesi é che l' azione elettromotrice del polo (a', b', c') sul punto (a, b, c) non muti se ad amendue questi punti si attribuisca un moto addizionale comune, in particolare quello che riduce il secondo punto all' immobilitá. Ammesso questo principio, cioé facendo dipendere la forza e dallo spostamento *relativo* dei due punti, se il conduttore S é variabile di posizione, od anche di forma, in guisa che, nel tempuscolo δt, il suo punto materiale (a, b, c) riceva lo spostamento $(\delta a ,$

δb, δc), si devono sostituire alle formole $(22)_a$ le seguenti:

$$(22)_{a'} \quad \begin{cases} e_a \delta t = \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c}(\delta b' - \delta b) - \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b}(\delta c' - \delta c), \\ e_b \delta t = \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a}(\delta c' - \delta c) - \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c}(\delta a' - \delta a), \\ e_c \delta t = \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b}(\delta a' - \delta a) - \dfrac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a}(\delta b' - \delta b). \end{cases}$$

Il principio testè invocato è abbastanza ovvio per sè medesimo. Esso è stato ammesso, fin dalle prime sue ricerche sulla teoria dell'induzione, da F. E. Neumann (*Die math. Gesetze der inducirten elektrischen Ströme,* 1845, § 4), il quale ne ha anche addotto un argomento positivo, desunto dalla rotazione terrestre. Ad ulteriore giustificazione possono servire le considerazioni seguenti. Se i due punti (a, b, c) ed (a', b', c') appartengono ad un sistema che si sposta rigidamente, si può porre:

$$\delta a = \alpha + \mu c - \nu b, \quad \text{etc.}; \qquad \delta a' = \alpha + \mu c' - \nu b', \quad \text{etc.},$$

dove α, β, γ, λ, μ, ν sono costanti infinitesime. Di qui si deduce

$$\delta a' - \delta a = \mu(c' - c) - \nu(b' - b), \quad \text{etc.},$$

epperò

$$e_a \delta t = (a' - a)\left\{\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a}\lambda + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b}\mu + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c}\nu\right\} - \lambda\left\{\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial a}(a' - a) + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial b}(b' - b) + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial c}(c' - c)\right\}$$
$$= \frac{\partial}{\partial a}\left(\frac{\partial r}{\partial a'}\lambda + \frac{\partial r}{\partial b'}\mu + \frac{\partial r}{\partial c'}\nu\right),$$

o, più semplicemente,

$$e_a \delta t = \frac{\partial \varphi}{\partial a}, \qquad e_b \delta t = \frac{\partial \varphi}{\partial b}, \qquad e_c \delta t = \frac{\partial \varphi}{\partial c},$$

dove la funzione φ è definita da

$$\varphi = \frac{\partial r}{\partial a'}\lambda + \frac{\partial r}{\partial b'}\mu + \frac{\partial r}{\partial c'}\nu .$$

Questa funzione è monodroma dovunque, fuorchè nel punto (a', b', c'), ove ha infiniti valori (tutti finiti): ma questa circostanza non impedisce di concludere che, per una qualunque porzione S_1 di S, mobile rigidamente insieme col polo (a', b', c'), si ha

$$\delta t \int (e_a j_a + e_b j_b + e_c j_c) dS_1$$
$$= \int \left\{ \frac{\partial(\varphi j_a)}{\partial a} + \frac{\partial(\varphi j_b)}{\partial b} + \frac{\partial(\varphi j_c)}{\partial c} \right\} dS_1 = -\int \varphi j_{n_1} d\sigma_1 ,$$

dove σ_1 è la superficie terminale di S_1. Dunque il lavoro elettromotore del polo mobile sopra una porzione S_1 di conduttore, colla quale il polo stesso possa riguardarsi come rigidamente connesso, non dipende che dalla componente normale di j nei punti della superficie σ_1 che termina questa porzione; e poichè il campo S_1 può intendersi esteso fino al limite estremo di quella parte di conduttore che si trovi per avventura in tali condizioni di collegamento rigido col polo, si vede che il detto lavoro non dipende che dallo stato galvanico del limite stesso, cioè dei punti in cui *cessa* il collegamento rigido. Che se l'intiero conduttore fosse nelle condizioni qui supposte, si avrebbe sulla superficie limite $j_n = 0$ ed il lavoro elettromotore sarebbe assolutamente nullo: conclusioni tutte che stanno in perfetto accordo coi fatti osservati (*).

§ **20.** Suppongasi ora che nel punto (a', b', c') sia concentrata una massa magnetica non più unitaria, ma infinitamente piccola ed $= d\mu'$, talchè la forza elettromotrice diventi $= e d\mu'$; indi s'immagini un sistema continuo di tali masse $d\mu'$ (la di cui somma algebrica sia $= 0$), in guisa da ricostituire il già considerato corpo S', luogo dei punti (a', b', c'). La forza elettromotrice totale E esercitata da questo corpo magnetico, mobile ed eventualmente anche deformabile, sul punto qualunque (a, b, c), consi-

---

(*) Durante la stampa delle presenti *Considerazioni*, è apparsa una Memoria del chiaro C. Neumann, intitolata: *Ueber einen eigenthümlichen Fall elektrodinamischer Induction* (nel Tomo XVIII delle Memorie fisico-matematiche della Società Reale di Sassonia), dalla quale risulta la possibilità di eccezioni al sovracitato canone di F. E. Neumann. Quest'importante pubblicazione, di cui mancherebbe quì il modo di rendere conto più distintamente, dev'essere raccomandata all'attenzione di tutti gli studiosi della materia.

derato come appartenente allo spazio occupato da un conduttore galvanico, è manifestamente definita dalle componenti:

$$E_a = \int e_a d\mu', \qquad E_b = \int e_b d\mu', \qquad E_c = \int e_c d\mu',$$

dove gli integrali si estendono a tutte le masse magnetiche contenute nel corpo S': se quindi si denota con V' la funzione potenziale di questo corpo, si ottiene $(22)_{a'}$:

$$E_a \delta t = \frac{\partial V'}{\partial b}\delta c - \frac{\partial V'}{\partial c}\delta b + \frac{\partial}{\partial c}\int\frac{\delta b' d\mu'}{r} - \frac{\partial}{\partial b}\int\frac{\delta c' d\mu'}{r}, \quad \text{etc.}$$

I tre integrali che compajono in queste formole sono già stati incontrati nel § 15, dove anzi essi figurano già nelle differenze:

$$\frac{\partial}{\partial c}\int\frac{\delta b' d\mu'}{r} - \frac{\partial}{\partial b}\int\frac{\delta c' d\mu'}{r}, \quad \text{etc.},$$

poste ivi sotto le forme equivalenti:

$$-\int\left\{\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial c'}\delta b' - \frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial b'}\delta c'\right\}d\mu', \quad \text{etc.};$$

si possono quindi assegnare subito queste altre espressioni delle differenze in questione:

$$-\delta V'_a + 4\pi(m_c\delta b - m_b\delta c) + \frac{\partial[N']}{\partial a}, \quad \text{etc.}$$

con che si ottiene:

$$E_a\delta t = -\delta V'_a + \left(4\pi m_c - \frac{\partial V'}{\partial c}\right)\delta b - \left(4\pi m_b - \frac{\partial V'}{\partial b}\right)\delta c + \frac{\partial[N']}{\partial a}, \quad \text{etc.},$$

o più semplicemente (1):

$$E_a\delta t = -\delta V'_a + G'_c\delta b - G'_b\delta c + \frac{\partial[N']}{\partial a}, \quad \text{etc.},$$

dove G' è la forza polare od elettromagnetica del corpo S'.

Non è necessario svolgere più minutamente l'espressione designata con

$[N']$, poiché, come è già stato notato nel § precedente, è sempre lecito aggiungere alle componenti d'una forza elettromotrice le omologhe derivate d'una qualunque funzione monodroma e continua Φ. Per tal modo le espressioni definitive delle componenti di *forza elettromotrice magneto-elettrica,* in un punto qualunque (a, b, c), sono le seguenti:

$$(23)\qquad \left\{\begin{aligned} E_a\delta t &= -\delta V'_a + G'_c\delta b - G'_b\delta c - \frac{\partial\Phi}{\partial a}\delta t\,, \\ E_b\delta t &= -\delta V'_b + G'_a\delta c - G'_c\delta a - \frac{\partial\Phi}{\partial b}\delta t\,, \\ E_c\delta t &= -\delta V'_c + G'_b\delta a - G'_a\delta b - \frac{\partial\Phi}{\partial c}\delta t\,, \end{aligned}\right.$$

dove le variazioni $\delta V'_{abc}$ sono prese nello stesso senso che nel § 15.

È ora facile assegnare l'espressione definitiva del totale lavoro elettromotore δL_e, cioè della quantità

$$\delta L_e = \delta t \int (E_a j_a + E_b j_b + E_c j_c) dS\,.$$

Si ha infatti

$$\begin{aligned} &(E_a j_a + E_b j_b + E_c j_c)\delta t \\ &= -\{\delta V'_a . j_a + \delta V'_b . j_b + \delta V'_c . j_c + (G'_c j_b - G'_b j_c)\delta a + \cdots\cdots\} \\ &\qquad - \left(\frac{\partial\Phi}{\partial a} j_a + \frac{\partial\Phi}{\partial b} j_b + \frac{\partial\Phi}{\partial c} j_c\right)\delta t\,, \end{aligned}$$

epperò, moltiplicando per dS ed integrando su tutto lo spazio S, con riguardo al teorema (5) e ad una formola già incontrata nel § 18, si ottiene

$$(23)_a \qquad \delta L_e = -\delta\Pi\,,$$

dove il secondo membro rappresenta la variazione negativa *totale* di Π. Questo risultato si può enunciare dicendo che Π è il *potenziale elettromotore* del magnete S' sul conduttore S. Questo potenziale è *eguale e contrario* al *potenziale ponderomotore* $-\Pi$ (§ 18) degli stessi due corpi.

Quando i corpi S, S' non hanno punti comuni, si possono distinguere (come già si notò nel § 18 a proposito dei lavori ponderomotori) due separati lavori elettromotori, di cui l'equazione $(23)_a$ non somministra che la somma. La prima parte, proveniente dalla variazione del solo corpo S', è il lavoro elettromotore dovuto alla deformazione del corpo magnetico in

presenza del conduttore; la seconda, proveniente dalla variazione del solo corpo S, è dovuta alla deformazione del conduttore in presenza del corpo magnetico.

Il confronto dei due risultati (21), $(23)_a$ dà:

$$(23)_b \qquad \delta L_p + \delta L_e + \delta L'_p = 0\,,$$

talchè qualora, nelle ammesse condizioni di variabilità dei due corpi, non si producesse verun altro lavoro mutuo all' infuori di quelli finqui considerati, si dovrebbe concludere che l'*energia mutua* (elettromagnetica) dei due corpi è *nulla;* intendendo per energia *mutua* quella che nasce unicamente dalla simultanea sussistenza dei due corpi, l' uno in presenza dell' altro.

§ **21.** Ma quest' ultima conclusione non si potrebbe senz' altro estendere a condizioni meno particolari di quelle che sono state ammesse finqui.

I due corpi S, S' sieno fissi, ma lo stato magnetico del secondo sia, per qualsivoglia cagione, variabile. Denotando con (δ) le variazioni che subiscono, nel tempuscolo δt, le funzioni V'_{xyz} per effetto di tale variabilità, si ha:

$$-(\delta\Pi) = -\int \{(\delta V'_a) j_a + (\delta V'_b) j_b + (\delta V'_c) j_c\}\, dS.$$

Ora, nella già più volte invocata rappresentazione idrodinamica, il secondo membro di quest' eguaglianza esprime il lavoro fatto sul fluido mobile j, nel tempuscolo δt, dalla forza unitaria di componenti

$$(24) \qquad -\frac{(\delta V'_a)}{\delta t}\,, \quad -\frac{(\delta V'_b)}{\delta t}\,, \quad -\frac{(\delta V'_c)}{\delta t}\,;$$

e ciò corrisponde, nel linguaggio ordinario, ad un lavoro elettromotore provocato da semplice variazione d' intensità magnetica, lavoro dovuto ad una forza elettromotrice di cui le precedenti tre quantità sono le componenti locali. Una tal forza si produce effettivamente ed è la forza d'*induzione magnetoelettrica per variazione d' intensità magnetica:* i precedenti valori delle sue componenti si manifestano conformi al vero. Ne risulta che le espressioni (23) delle componenti di forza elettromotrice magnetoelettrica si mantengono valide anche se la variazione δ della terna potenziale magnetica è assolutamente arbitraria; e parimente si mantiene valida l'equazione $(23)_a$ quand' anche la variazione δ della quantità Π acquisti il significato più generale possibile *per ciò che spetta alla distribu-*

zione magnetica, cioè contempli ad un tempo ogni possibile modificazione infinitesima di posizione, di forma e d' intensità magnetica.

Ma poichè ad una semplice variazione d' intensità magnetica non corrisponde verun lavoro ponderomotore elettromagnetico (cioè di S sopra S'), siffatta estensione del significato di $\delta\Pi$ non è applicabile all' equazione (21); talchè, quando si verifica una variazione dell' anzidetta specie, non sussiste più la relazione $(23)_b$. Si può tuttavia fare in proposito una riflessione importante, che verrà esposta nel § successivo: qui giova aggiungere ancora un' utile osservazione circa le espressioni (24).

Supposto fisso il corpo magnetico, queste espressioni equivalgono, qualunque sia il punto potenziato (x, y, z), a

$$-\frac{\partial V'_x}{\partial t}, \quad -\frac{\partial V'_y}{\partial t}, \quad -\frac{\partial V'_z}{\partial t}.$$

S' immagini che, in un brevissimo intervallo di tempo, durante il quale questo punto (considerato come appartenente ad un campo galvanico) sia, o possa riguardarsi come immobile, il corpo S', primitivamente neutro, acquisti (in qualsiasi modo) la sua magnetizzazione attuale. Gli integrali delle precedenti espressioni rispetto al tempo, estesi al detto intervallo, sono rispettivamente eguali a

$$-V'_x, \quad -V'_y, \quad -V'_z.$$

Le quantità così ottenute possono riguardarsi, per una plausibile analogia, come le componenti della *forza elettromotrice istantanea* cui darebbe luogo la *repentina magnetizzazione* del corpo S', in presenza d' un conduttore cui appartenesse il punto (x, y, z). Le opposte quantità

$$V'_x, \quad V'_y, \quad V'_z$$

sono da riguardarsi, per conseguenza, come le componenti della forza elettromotrice istantanea cui darebbe luogo la repentina smagnetizzazione del medesimo corpo, nelle medesime condizioni.

È questa una notevolissima proprietà delle funzioni V'_{xyz}, che può essere assunta come una nuova loro definizione.

Giova accennare qui sommariamente come si atteggino i risultati ottenuti circa l' induzione magnetoelettrica, quando il sistema galvanico si riduca ad una corrente filiforme chiusa, di direttrice s e d' intensità J.

Assumendo come elemento di volume dS un tronco infinitesimo del filo percorso dalla corrente, si ottengono le relazioni ben note:

$$j_a dS = J da, \quad j_b dS = J db, \quad j_c dS = J dc,$$

dove da, db, dc sono le componenti dell'elemento lineare ds, asse del tronco. Ne risulta che Π prende la forma:

$$\Pi = J\Pi_1, \qquad \text{dove} \qquad \Pi_1 = \int_s (V'_a da + V'_b db + V'_c dc),$$

e che le condizioni (16) di variazione forzata diventano:

$$\delta(Jda) = J\delta da, \quad \delta(Jdb) = J\delta db, \quad \delta(Jdc) = J\delta dc,$$

riassumendosi così nell'unica:

$$\delta J = 0.$$

Conseguentemente il lavoro elettromotore è espresso da

$$-\delta\Pi = -J\delta\Pi_1$$

e la totale forza elettromotrice indotta è

$$= -\frac{\partial\Pi_1}{\partial t}.$$

Si noterà (equazione $(2)_d$ del § 1) che Π_1 può anche riguardarsi come il flusso di forza polare attraverso la linea chiusa s.

§ **22.** Finora si è considerato lo stato magnetico del corpo S' come indipendente dallo stato galvanico del conduttore S. Ora si supporrà che la magnetizzazione del corpo S' sia quella che è dovuta unicamente al l'*induzione elettromagnetica* del conduttore S sul magnete *temporario* S'.

È generalmente ammesso (cfr. Kirchhoff, *Zur Theorie des in einem Eisenkörper inducirten Magnetismus, Ges. Abh.*, p. 230) che per tale induzione sussistano le ordinarie equazioni di Poisson (equazioni (16) del § 13 *M. M.*), e ciò quand'anche le correnti inducenti attraversino il corpo magnetico indotto. Nel caso qui considerato si può dunque porre:

$$(25) \qquad F'_x + G_x = \frac{\partial\psi}{\partial m_x}, \qquad F'_y + G_y = \frac{\partial\psi}{\partial m_y}, \qquad F'_z + G_z = \frac{\partial\psi}{\partial m_z},$$

dove (x, y, z) è un punto qualunque del corpo magnetico.

Da queste equazioni si ha, denotando con δ' una variazione qualunque

della magnetizzazione m,

$$\int (F'_x \delta' m_x + \cdots\cdots) dS' + \int (G_x \delta' m_x + \cdots\cdots) dS' = \delta' \int \psi dS' ;$$

da proprietà note si ha inoltre

$$\int (F'_x \delta' m_x + \cdots\cdots) dS' = \int (\delta' F'_x . m_x + \cdots\cdots) dS' :$$

dunque

$$\frac{1}{2} \delta' \int (F'_x m_x + \cdots\cdots) dS' + \delta' \int (G_x m_x + \cdots\cdots) dS' = \delta' \int \psi dS' ,$$

ossia (§ 11)

$$(25)_a \qquad \delta'(P' - \Pi) = 0 ,$$

dove la quantità

$$P' = \frac{1}{2} \int \left(\frac{\partial V'}{\partial x} m_x + \cdots\cdots \right) dS' + \int \psi dS' = \frac{1}{8\pi} \int F'^2 dS_\infty + \int \psi dS'$$

è l'autopotenziale del corpo magnetico (§ 12 *M. M.*) e Π è l'espressione (18). Dalle stesse equazioni (25) si ricava ancora

$$\int (F'_x m_x + \cdots\cdots) dS' + \int (G_x m_x + \cdots\cdots) dS' = 2 \int \psi dS' ,$$

che è quanto dire

$$(25)_b \qquad \Pi = 2P' .$$

S' immagini ora che, rimanendo invariati i due corpi S ed S' quanto a forma ed a posizione, la distribuzione galvanica nel primo e la magnetica nel secondo variino simultaneamente, mantenendosi in costante equilibrio d' induzione (magnetica), per modo che le equazioni (25) si trovino costantemente soddisfatte. Restando, in tale ipotesi, costantemente soddisfatta anche la $(25)_b$, che è un corollario di quelle, si ha

$$\delta\Pi + \delta'\Pi = 2\delta' P',$$

ove δ designa la variazione parziale dovuta alla modificazione della distribuzione galvanica e δ' la variazione parziale dovuta alla *corrispondente* modificazione della distribuzione magnetica. Ora dall'equazione $(25)_a$, applicata all'equilibrio istantaneo d' induzione (in cui la distribuzione galva-

nica deve considerarsi come fissa), si deduce

$$\delta' P' = \delta' \Pi ;$$

si ha dunque

$$(25)_c \qquad \delta \Pi = \delta' \Pi = \delta' P',$$

talchè la variazione totale di Π si divide in due parti eguali, procedenti l'una dalla variazione del sistema galvanico, l'altra da quella del magnetico.

La quantità $\delta' \Pi$ (costantemente eguale a $\delta' P'$, cioè all'aumento d'energia magnetica) si può considerare come il *lavoro magnetomotore* compiuto da S sopra S' durante la variazione δ' della distribuzione magnetica, cosicchè la quantità $-\Pi$, che funge da potenziale ponderomotore fra S ed S', funge anche da *potenziale magnetomotore* del primo corpo sul secondo (diventando così l'equazione $(25)_b$ del tutto analoga alla $(16)_a$ del § 13 *M. M.*). La quantità $-\delta' \Pi$ dev'essere invece considerata, dietro ciò che s'è detto nel § precedente, come il lavoro elettromotore compiuto da S' sopra S, durante la variazione δ' della distribuzione magnetica. Il lavoro magnetomotore $\delta' \Pi$ ed il lavoro elettromotore $-\delta' \Pi$ sono dunque costantemente *eguali* e *contrarii.*

Tenendo conto di questa proprietà ed immaginando che, dopo l'avvenuta modificazione simultanea (a sede fissa) delle due distribuzioni, intervenga una variazione (per deformazione) di amendue i corpi, si riconosce (§ 20, in fine) che in ogni caso (quando il magnete sia temporario) la somma di tutti i lavori mutui, cioè del totale lavoro ponderomotore, del lavoro elettromotore e del magnetomotore, è $= 0$. Donde si conclude che l'energia mutua (elettromagnetica) del conduttore S e del magnete indotto S' deve considerarsi come *nulla.*

§ **23.** Per tradurre in simboli la conclusione precedente, si rappresenti con $\delta_0 + \delta_1$ la variazione del sistema galvanico, dove δ_0 è la variazione *libera,* che avviene a conduttore fisso, δ_1 è la variazione *forzata,* che avviene a conduttore variabile. Medesimamente si rappresenti con $\delta'_0 + \delta'_1$ la variazione del sistema magnetico, ritenendo che la variazione libera δ'_0, a magnete fisso, sia quella che corrisponde, per induzione, alla variazione del sistema galvanico. Le espressioni dei diversi lavori mutui anzidetti sono, per tali segnature, le seguenti:

lavoro ponderomotore totale $= (\delta_1 + \delta'_1)\Pi$ . . . . (§ 18)
lavoro elettromotore . . . . . $= -(\delta'_0 + \delta'_1 + \delta_1)\Pi$ . . . (§ 20 e 21)
lavoro magnetomotore . . . . $= \delta'_0 \Pi$ . . . . (§ 22)

e la somma di questi lavori è visibilmente nulla.

Questa verificazione, che per verità può parere superflua, è stata qui accennata per mettere in più immediata evidenza il fondamentale divario che interviene quando trattisi invece di *due sistemi galvanici,* posti in presenza l' uno dell' altro (sistemi che giova supporre non abbiano punti in comune).

Sieno S ed S' questi due sistemi e sieno j, j' le loro intensità specifiche. Il potenziale ponderomotore mutuo è ancora espresso da

$$-\Pi = -\int (V'_a j_a + V'_b j_b + V'_c j_c) dS,$$

dove V'_{abc} è la terna potenziale del secondo sistema. La deduzione di questa forma del potenziale mutuo escirebbe dall' argomento del presente scritto: essa è d' altronde ben nota e non va soggetta ad obbiezione di sorta. Ciò posto se, ritenendo le designazioni precedenti per le variazioni parziali (senza che ora sussista più veruna relazione necessaria fra $\delta_0 \Pi$ e $\delta'_0 \Pi$), si formano le espressioni dei varii lavori dovuti alle azioni mutue, si trova:

lavoro ponderomotore totale $= (\delta_1 + \delta'_1)\Pi$,
lavoro elettromotore in S $= -(\delta'_0 + \delta'_1 + \delta_1)\Pi$,
lavoro elettromotore in S' $= -(\delta_0 + \delta_1 + \delta'_1)\Pi$,

e quindi

$$\text{lavoro mutuo totale} = -(\delta_0 + \delta_1 + \delta'_0 + \delta'_1)\Pi = -\delta\Pi,$$

dove la caratteristica δ rappresenta il complesso di tutte le variazioni parziali. Di qui si conclude che l' energia mutua (elettrodinamica) dei due sistemi galvanici è misurata da $+\Pi$.

Note considerazioni permettono di stabilire, dietro ciò, che l' energia propria (elettrodinamica) d' un sistema galvanico S è misurata da:

$$\frac{1}{2}\int (V_a j_a + V_b j_b + V_c j_c) dS,$$

dove V_{abc} è la terna potenziale del ststema siesso. Quest' espressione è, come quella dell' energia mutua, trasformabile in varii modi; una forma specialmente notevole ed acconcia allo scopo attuale è:

$$\frac{1}{8\pi}\int G^2 dS_\infty.$$

Ciò premesso, ritornando alla considerazione dei due corpi S, S',

galvanico il primo, magnetico (per induzione) il secondo, è facile calcolare l'energia totale (elettromagnetica) del sistema da essi formato. Essendo nulla (§ 22) l'energia mutua, la totale energia cercata è semplicemente la somma delle due energie parziali, cioè è

$$= P' + \frac{1}{8\pi}\int G^2 dS_\infty .$$

Ma si ha $(25)_b$

$$P' = \frac{1}{2}\int (V'_a j_a + V'_b j_b + V'_c j_c) dS ,$$

ovvero (12)

$$P' = \frac{1}{8\pi}\int (G_x G'_x + G_y G'_y + G_z G'_z) dS_\infty :$$

dunque l'energia totale, che si denota nuovamente con Π, è rappresentata da

$$\Pi = \frac{1}{8\pi}\int \{ G_x(G_x + G'_x) + \cdots\cdots \} dS_\infty .$$

Ora il sistema dei due corpi S, S' si può riguardare come costituente un unico sistema *misto,* della specie di quelli considerati nel § 10, e si può quindi, ponendo

$$\mathbf{F}_x = F'_x + G_x , \text{ etc.} ; \qquad \mathfrak{G}_x = G'_x + G_x , \text{ etc.} ;$$

considerare $\mathbf{F}$ come la forza magnetica e $\mathfrak{G}$ come la forza elettromagnetica emanante da questo sistema misto. Tenendo conto del teorema di ortogonalità integrale (§ 9 *M. M.*) si può quindi scrivere la seguente espressione dell'energia totale:

$$(26) \qquad \Pi = \frac{1}{8\pi}\int (\mathbf{F}_x \mathfrak{G}_x + \mathbf{F}_y \mathfrak{G}_y + \mathbf{F}_z \mathfrak{G}_z) dS_\infty .$$

Quando manca la magnetizzazione, quest'espressione riproduce l'energia del sistema galvanico; essa si riduce invece a zero (per il citato teorema d'ortogonalità) quando manca la distribuzione galvanica: risultato che non deve sorprendere, poichè mancando le forze inducenti deve mancare ogni magnetizzazione. Quando la magnetizzazione fosse anche solo in parte permanente, la formola precedente non sarebbe più (generalmente parlando) applicabile.

§ **24.** Colle segnature testé adottate, le equazioni d' induzione (25) diventano:

$$\mathbf{F}_x = \frac{\partial \psi}{\partial m_x}, \quad \mathbf{F}_y = \frac{\partial \psi}{\partial m_y}, \quad \mathbf{F}_z = \frac{\partial \psi}{\partial m_z}$$

e danno

$$m_x = \Psi'(\mathbf{F}_x), \quad m_y = \Psi'(\mathbf{F}_y), \quad m_z = \Psi'(\mathbf{F}_z),$$

dove Ψ é la quadratica reciproca di ψ. Di qui risulta

$$\mathbf{G}_x = \mathbf{F}_x + 4\pi\Psi'(\mathbf{F}_x), \quad \text{etc.}$$

o più brevemente

$$(26)_a \qquad \mathbf{G}_x = \Phi'(\mathbf{F}_x), \quad \mathbf{G}_y = \Phi'(\mathbf{F}_y), \quad \mathbf{G}_z = \Phi'(\mathbf{F}_z),$$

dove Φ é in sostanza quella stessa funzione quadratica che é stata designata col medesimo simbolo nel § 14 *M. M.*, cioé (simbolicamente)

$$(26)_b \qquad \Phi(\mathbf{F}) = \tfrac{1}{2}\mathbf{F}^2 + 4\pi\Psi(\mathbf{F}).$$

Ne risulta che si può anche porre (26):

$$\Pi = \frac{1}{4\pi}\int \Phi(\mathbf{F}) dS_\infty,$$

espressione che si riconduce facilmente a quella della somma delle due energie parziali, galvanica e magnetica.

Il problema dell' induzione di S sopra S' si riassume (§ 14 *M. M.*) nelle equazioni:

$$\frac{\partial \Phi'(\mathbf{F}_x)}{\partial x} + \frac{\partial \Phi'(\mathbf{F}_y)}{\partial y} + \frac{\partial \Phi'(\mathbf{F}_z)}{\partial z} = 0,$$

$$D\left\{\Phi'(\mathbf{F}_x)\frac{\partial x}{\partial n} + \Phi'(\mathbf{F}_y)\frac{\partial y}{\partial n} + \Phi'(\mathbf{F}_z)\frac{\partial z}{\partial n}\right\} = 0,$$

le quali determinano la funzione potenziale magnetica V', in virtù delle relazioni

$$\mathbf{F}_x = G_x - \frac{\partial V'}{\partial x}, \quad \text{etc.}$$

Per il calcolo della terna potenziale mista $\mathbf{V}_{xyz}$ si può utilmente ricorrere

alla seconda forma, $(2)_e$ § 1, delle funzioni ausiliari $\mathbf{M}_{xyz}$, ponendo $(26)_a$:

$$\mathbf{M}_x = \frac{1}{4\pi}\int \Phi'(\mathbf{F}_a)\frac{dS_\infty}{r}, \quad \text{etc.}$$

Quando i coefficienti della quadratica Φ sono costanti, si puó far dipendere direttamente la terna $\mathbf{M}_{xyz}$ dalla M_{xyz}. Basterà un esempio semplicissimo per chiarire questo punto.

Trattisi d' un mezzo magnetico indefinito ed isotropo, col coefficiente di permeabilità μ. Si ha in tal caso

$$\Phi = \tfrac{1}{2}\mu\mathbf{F}^2$$

e conseguentemente

$$\mathbf{M}_x = \frac{\mu}{4\pi}\int \mathbf{F}_a\frac{dS_\infty}{r} = \frac{\mu}{4\pi}\int\left(G_a - \frac{\partial V'}{\partial a}\right)\frac{dS_\infty}{r}$$

$$= \frac{\mu}{4\pi}\int G_a\frac{dS_\infty}{r} - \frac{\partial}{\partial x}\left\{\frac{\mu}{4\pi}\int\frac{V' dS_\infty}{r}\right\},$$

talché, per la formazione della terna $\mathbf{V}_{xyz}$, basta prendere

$$\mathbf{M}_x = \frac{\mu}{4\pi}\int\frac{G_a dS_\infty}{r}, \quad \text{etc.},$$

che é quanto dire

$$\mathbf{M}_x = \mu M_x, \quad \text{etc.}$$

(dove M_{xyz} é la terna $(2)_e$ relativa alla sola parte galvanica del sistema). Di qui seguono le semplicissime espressioni:

$$\mathbf{V}_x = \mu V_x, \quad \mathbf{V}_y = \mu V_y, \quad \mathbf{V}_z = \mu V_z,$$

che sono le cercate.

Ma questa riduzione cosi notevole non si verifica che nel caso particolare ora considerato.

APPENDICE

ALLE

RICERCHE SPERIMENTALI INTORNO A CERTE SCINTILLE ELETTRICHE

COSTITUITE DA MASSE LUMINOSE IN MOTO

NOTA

del Professore AUGUSTO RIGHI

(Letta nella Sessione del 10 Aprile 1892).

Nella Memoria, di cui ho riportato il titolo (1), descrissi delle esperienze che permettono di ottenere da un grande condensatore caricato con una macchina ad influenza, delle scintille presentanti *alla semplice vista* l'aspetto delle folgori progressive, e costituite in realtà da una luminosità *visibilmente* dotata di moto traslatorio dall'elettrodo positivo verso il negativo. Questo aspetto singolare della scarica era nuovo, e perciò lo studiai dettagliatamente. Altri sperimentatori avevano già ottenuto una luminosità dotata di movimento, colle scariche d'induzione; ma questo moto non era abbastanza lento perchè lo si potesse rilevare senza l'aiuto dello specchio girante, per cui la scarica non assumeva il singolare aspetto di quelle da me studiate. Le immagini ottenute dal Feddersen fin dal 1862 accennano ad un tal movimento, che meglio è stato poscia dimostrato da Wüllner (2), Hertz (3) ed altri. Dei lavori di questi due Autori non ho potuto prendere cognizione che da poco; e sicome i fenomeni da essi osservati somigliano ad alcuni di quelli da me descritti, credo bene far qui rilevare sino a qual punto i risultati loro sono in accordo con quelli corrispondenti registrati nella mia Memoria.

Nelle esperienze di Wüllner le condizioni del circuito di scarica erano simili a quelle da me poste in opera, colla differenza che il condensatore impiegato dal Wüllner aveva una capacità presumibilmente minore che quella del condensatore mio, e che non veniva variata la resistenza del cir-

---

(1) Mem. della R. Acc. di Bologna, Serie V, t. I. pag. 679.

(2) Pogg. Ann. Jubelband 1874, p. 32, (Questo volume, che è senza numero, manca nella mia, ed in altre raccolte degli Ann.)

(3) Wied. Ann. 1883, t. 19, p. 78.

cuito, questa essendo sempre costituita dallo stesso filo indotto del rocchetto di Ruhmkorff adoperato. Perciò le immagini osservate nello specchio girante sono simili a quelle da me fotografate nel caso di una certa resistenza, piuttosto piccola, inserita nel circuito. Le scariche in tal caso sono scariche *composte*, e le masse luminose che le costituiscono si muovono con tanta velocità, che senza lo specchio girante non sarebbe possibile indovinare l' esistenza del loro moto traslatorio. Esse dunque non hanno l' aspetto che caratterizza le mie scintille semplici, cioè costituite da una sola massa luminosa che, con velocità tanto piccola da esserne il moto direttamente visibile, parte dall' elettrodo positivo e va ad estinguersi verso il negativo prima di raggiungerlo.

Anche il Wüllner aveva esaminato l' azione del magnetismo sulle scariche, ed aveva trovato che quest' azione si manifestava solo quando il gas era così rarefatto che entro il tubo di scarica si formasse la luce stratificata (astrazione fatta dallo spostamento della colonna luminosa secondo le leggi delle azioni elettrodinamiche, che ha luogo anche a pressioni più elevate). Io invece ho ommesso di esaminare gli effetti prodotti alle basse pressioni, perchè noti in parte anche per altri lavori, ma mi sono fermato a studiare i fenomeni prodotti allorchè la scintilla non riempie più tutta la sezione del tubo di scarica, ed assume contorni definiti. Se ho potuto rendere palese l' effetto del magnetismo in questo caso, mentre il Wüllner non potè constatarlo, ciò dipende dall' impiego da me fatto della fotografia, e sopra tutto del disco girante posto davanti all'obbietivo, col quale si ottengono le immagini separate delle singole masse luminose.

Anche Hertz ha ottenuto scariche d' induzione a moto traslatorio; ma nelle condizioni delle sue esperienze le masse luminose avevano un moto che, quantunque più lento che nel caso delle esperienze di Wullner, lo era sempre meno che nel caso mio (2m. invece di 1m. al secondo), cosichè non poteva discernersi senza lo specchio girante o analoghi artifici. I risultati di Hertz differiscono assai dai miei.

Infatti questo Autore non ha riconosciuto azione alcuna del magnetismo sulle scariche da lui ottenute. La forma delle masse luminose sembra inoltre essere ben diversa da quella che risulta dalle mie fotografie. Operando nell' ossigeno o nel protossido d' azoto, Hertz ottiene il fenomeno del moto progressivo (visibile nello specchio girante) tanto bene che nell' aria, mentre io non l' ho ottenuto affatto in questi gas, purchè privi di azoto libero. Per converso il Sig. Hertz non lo ha avuto che debole coll' azoto, mentre è con questo gas che le mie esperienze assumono il loro massimo splendore.

Nessuno di questi Autori ha poi studiato l' influenza delle varie parti

del circuito di scarica, della resistenza di questo, della capacità del condensatore ecc. sui fenomeni, nè le modificazioni che in essi si producono adoperando tubi strozzati o diaframmi forati posti fra gli elettrodi, oppure variando più volte le condizioni del circuito nella durata di ogni scarica ecc., nè infine ha studiato la forma, luminosità e modo di formazione delle singole masse luminose.

SUL CONTEGNO E SULL' AZIONE

DEGLI

ZUCCHERI NELL' ORGANISMO

TERZA COMUNICAZIONE

DEL

Professore PIETRO ALBERTONI

(Letta nella Sessione del 13 Marzo 1891).

1. Assorbimento degli zuccheri.

In due precedenti comunicazioni su quest' argomento ho riferito le ricerche sull' assorbimento delle varie sorta di zuccheri. Ricerche le quali mi hanno portato alla conclusione che la quantità di glucosio assorbito dal tubo gastroenterico, in condizioni naturali, e secondo le esperienze fatte in grossi cani, è di circa 60 grammi in un' ora. L' assorbimento si fa bene tanto dalle soluzioni più dense che da quelle meno dense del sangue: in questo caso è di un poco più considerevole. La densità del liquido che si trova nello stomaco è sempre diminuita: quasi eguale, qualche volta inferiore a quella del sangue. La quantità d' acqua che resta nello stomaco non è proporzionale a quella dello zucchero.

Io ho ora studiato alcune condizioni che possono influire sull' assorbimento del glucosio: cioè l' importanza della massa e della diluzione del sangue, della temperatura del liquido.

Influenza della massa e diluzione del sangue sull' assorbimento del glucosio.

Le esperienze di von Mering hanno messo fuori di dubbio che l' assorbimento del glucosio avviene per la via delle vene, che cioè esso passa prima e direttamente nel sangue. Ma si ignora quale influenza abbia la massa assoluta e la diluzione del sangue stesso sull' assorbimento. La questione presenta un interesse anche generale per la dottrina dell'assorbimento. Magendie ha osservato che le sierose assorbono di più le sostanze tossiche e medicamentose dopo i salassi. Secondo alcune esperienze di Ber-

nard l'assorbimento e la distruzione dello zucchero starebbero in rapporto colla massa del sangue. Io ho fatto un esame minuto di questa questione riguardo allo zucchero.

Tutte le esperienze furono naturalmente fatte nelle stesse condizioni delle precedenti relative all'assorbimento del glucosio in stato normale, le quali dovevano servire per la comparazione. Usai cioè dei grossi cani a digiuno da circa 24 ore, ai quali levavo dalla giugulare una certa quantità di sangue e subito dopo iniettavo nello stomaco 100 gr. di glucosio, sciolto in 400 c. c. d'acqua. Trascorsa un'ora il cane veniva sacrificato con iniezione d'aria nelle vene, raccoglievo il contenuto dello stomaco e dell'intestino e determinavo in essi, separatamente, la quantità di glucosio e la densità.

La diluzione della massa del sangue veniva procurata iniettando in circolo una soluzione di cloruro di sodio dopo aver sottratto il sangue.

Riassumo i risultati delle mie esperienze nella tabella seguente :

ANIMALE	SANGUE TOTALE SOTTRATTO DALLA VENA GIUGULARE	QUANTITÀ PERCENTUALE DI SANGUE CAVATO IN RAPPORTO AL PESO CORPOREO	SOLUZIONE DI $NaCl$ INIETTATA	GLUCOSIO SOMMINISTRATO IN GRAMMI	ACQUA DI SOLUZIONE	VOLUME DELLA SOLUZIONE	DENSITÀ DELLA SOLUZIONE	DURATA DELL'ESPERIENZA	LIQUIDO TROVATO NELLO STOMACO	DENSITÀ DEL MEDESIMO	QUANTITÀ DI ZUCCHERO CHE CONTIENE	LIQUIDO TROVATO NELL'INTESTINO	QUANTITÀ DI ZUCCHERO CHE CONTIENE	QUANTITÀ TOTALE DI ZUCCHERO ASSORBITO	
Cane di Kgr. 23,500.	400 c. c.	1,7	—	100	300 c. c.	355 c. c.	1090	1 ora	420 c. c.	1060	64,70	30 c. c.	0,357	gr. 35,00	
Cane di Kgr. 29,000.	415 c. c.	1,4	—	100	300 c. c.	356 c. c.	1095	1 ora	300 c. c.	1055	41,66	330 c. c. della densità di 1030	1,73	gr. 56,41	
Cane di Kgr. 27,000.	520 c. c.	1,92	—	100	400 c. c.	465 c. c.	1075	1 ora	420 c. c.	1052	54,30	155 c. c.	traccie	gr. 45,70	
Cane di Kgr. 26,000.	500 c. c.	1,95	—	100	300 c. c.	360 c. c.	1100	1 ora	330 c. c.	1060	55,55	pochissimo	traccie	gr. 44,45	
Cane di Kgr. 24,400.	500 c. c.	2,00	—	100	400 c. c.	460 c. c.	1080	1 ora	460 c. c.	1057	46,25	pochissimo	traccie	gr. 53,75	
Cane di Kgr. 20,550.	200 c. c.	0,97	—	100	400 c. c.	460 c. c.	1080	1 ora	420 c. c.	1050	42,80	—	—	gr. 57,20	
Cagna di Kgr. 18,000.	460 c. c.	2,55	—	100	400 c. c.	465 c. c.	1078	1 ora	355 c. c.	1063	52,50	—	0,34	gr. 47,16	
Cagna di Kgr. 20,000.	50 c. c.	0,25	—	100	400 c. c.	460 c. c.	1082	1 ora	435 c. c.	1048	45,00	—	0,61	gr. 54,39	Il sangue defibrinato aveva la densità (picnometro) di 1050, finita l'ora si cava ancora sangue che defibrinato ha la densità di 1049.
Cane di Kgr. 22,600.	1000 c. c.	4,50	—	100	400 c. c.	460 c. c.	1080	1 ora	410 c. c.	1060	46,3	—	2,31	gr. 51,4	
Cane di Kgr. 18,500.	625 c. c.	3,37	600 c. c.	100	400 c. c.	460 c. c.	1080	1 ora	500 c. c.	1049	60,00	30 c. c.	0,11	gr. 39,89	
Cane di Kgr. 21,000.	350 c. c.	1,66	320 c. c.	100	400 c. c.	460 c. c.	1075	1 ora	520 c. c.	—	57,2	20 c. c.	—	gr. 42,80	
Cagna di Kgr. 15,500.	300 c. c.	1,93	300 c. c.	100	400 c. c.	465 c. c.	1077	1 ora	511 c. c.	1063	68,76	80 c. c.	1,27	gr. 29,97	

Ricorderò che in quattro delle mie precedenti esperienze nelle quali come in quelle ora esposte vennero somministrati 100 gr. glucosio sciolto in 400 c. c. d' acqua nel periodo di un' ora ebbesi *come media* l' assorbimento di gr. 58,90 glucosio.

In queste esperienze invece nelle quali veniva sottratto dal 1-4 % circa di sangue ebbesi come media un assorbimento di gr. 49,5 glucosio in un' ora. Quindi la diminuzione della massa del sangue nei limiti predetti ha in generale per effetto una leggera diminuzione dell' assorbimento.

Le tre esperienze nelle quali vennero sottratti rispettivamente 3,37, 1,66, 1,93 % di sangue in rapporto al peso corporeo e sostituiti con altrettanta quantità della soluzione fisiologica di cloruro di sodio l' assorbimento è stato rispettivamente di gr. 39,89 - 42,80 - 29,97 %, in media 37,5 %, cioè un terzo meno che in condizioni fisiologiche.

Noi sappiamo dalle ricerche di Braun (1) e Grützner (2) che quando si iniettano soluzioni di cloruro di sodio nel sangue si stabilisce un' attiva corrente da questo umore verso la cavità gastrica. Dobbiamo quindi concludere che quando si attiva la corrente liquida dal sangue allo stomaco, quantunque venga a scemare la densità del contenuto gastrico diminuisce l' assorbimento.

Influenza della temperatura del liquido sull' assorbimento del glucosio.

In tutte le esperienze prima eseguite ho usato soluzioni di glucosio alla temperatura ordinaria dell' ambiente. Ora allo scopo di riconoscere se la *temperatura elevata del liquido* ha un' influenza sull' assorbimento di esso ho somministrato la soluzione alla temperatura più elevata possibile.

In un cane di 24 Kgr. a digiuno ho iniettato nello stomaco una soluzione calda a 53° *C.* di 100 gr. glucosio in 400 c. c. d' acqua e sacrificatolo dopo un' ora vennero trovati nello stomaco 460 c. c. della densità di 1050 e contenente gr. 48,4 di glucosio, nell' intestino gr. 2,8 glucosio: quindi in totale si erano assorbiti gr. 48,8 glucosio.

In una seconda esperienza la soluzione aveva la temperatura di 45° e l' assorbimento fu di gr. 45,2: finalmente in una terza esperienza la soluzione aveva la temperatura di 50° *C.* e l'assorbimento fu di gr. 38,1.

Si deve concludere che la temperatura elevata del liquido non ha favorito, ma piuttosto ostacolato l' assorbimento del glucosio.

---

(1) Braun. — Eckard's Beitrage z. Anat. u. Phys. VII. pag. 52, 1876.

(2) Grützner. — Neue Untersuchungen über die Bildung und Ausscheidung des Pepsin. pag. 82. Breslau 1875. Hermann's Handb. Bd. V. pag. 115.

II. Rapporto fra assimilazione dello zucchero e massa del sangue.

Bernard (1) ha cercato di dimostrare che non solo l'assorbimento, ma la distruzione dello zucchero starebbe in rapporto colla massa del sangue. Egli scriveva:

« Toutefois nous pouvons dire que la quantité de sucre détruit paraît être en rapport avec la quantité de sang contenue dans l'organisme; car si l'on prend deux lapins de même taille et dans des conditions physiologiques semblables, et si, aprés leur avoir injecté la même dose de sucre qui, dans les expériences précédentes, était complétement détruite, on vient à saigner ces animaux, le sucre apparaîtra bientôt dans les urines.

« Sur des lapins en pleine digestion, on peut injecter sous la peau une plus grande quantité de sucre sans voir apparaître cette substance dans les urines; cela tient probablement à ce que le sang se trouve alors en plus grande quantité dans l'organisme. Voici du reste, quelques résultats d'expériences sur ce sujet.

« Un lapin, pesant 1660 gr., est saigné à la veine jugulaire et on lui retire 16 gr. de sang, et aussitôt on injecte par la même veine 4 centimétres cubes d'eau contenant un demi-gramme de sucre de fécule.

« Sur un autre lapin, dans l'intervalle de deux repas comme le precédent, et pesant 1570, on fait l'injection de la même quantité de sucre et d'eau sans saigner le lapin. On donne ensuite des aliments aux deux animaux qui mangent avec appétit.

« Une heure aprés on retire de l'urine de la vessie de ces deux lapins, elles sont troubles et alcalines, mais l'urine de celui qui a été saigné contient seule du sucre, l'autre n'en présente pas la moindre trace.

« Deux jours aprés on expérimente de nouveau sur les deux lapins, dans les mêmes conditions, mais en retirant préalablement 16 gr. de sang de la veine jugulaire chez le lapin qui, dans l'expérience précédente, n'avait pas été saigné. Aprés quoi on fait à tous deux, par la veine jugulaire, l'injection de 4 cent. c. d'eau contenant un demi-gramme de sucre. Au bout d'une heure on retire les urines qui, examinées avant l'expérience, ne contenaient pas de sucre. L'urine du lapin saigné n'en présente que quelques traces. On a encore fait l'expérience suivante sur deux autres lapins, à jeun depuis vingt-quatre heures, dont les urines étaient claires et acides.

« Sur l'un d'eux on préléve préalablement 10 gr. de sang, puis on fait

(1) Bernard. — Leçons de Physiologie exp. t. I. Paris 1855, pag. 225.

l'injection à tous les deux, par la veine jugulaire, de 4 centim. c. d'eau contenant un demi-gramme de sucre de fécule, et on les laisse à jeun.

« Le lapin saigné pése 1690 gr.; le lapin non saigné pése 1500 gr.

« On esamine chez ces deux animaux les urines de la maniére suivante:

Lapin saigné.	Lapin non saigné.
Aprés une demi-heure.	
Urines toujours acides; elles contiennent beaucoup de sucre.	Urines toujours acides; traces de sucre.
Aprés une heure.	
Urines toujours acides; sucre, mais en proportion un peu moindre que précédemment.	Urines toujours acides; encore quelques traces de sucre.
Aprés deux heures.	
Urines toujours acides; traces de sucre.	Urines acides; absence compléte de sucre.

« Ces expériences prouvent que la quantité de sang dans un animal peut avoir une influence sur l'apparition du sucre dans les urines. »

La questione posta da Bernard é evidentemente molto importante, ma non si puó certo considerare risolta dalle sue esperienze, che si fondano su saggi qualitativi sempre dubbi e si riferiscono ad iniezioni intravenose e ad animali, quali sono i conigli, che con facilitá presentano traccie di zucchero nelle urine per lievi traumatismi. Io ho riprese simili ricerche servendomi di grossi cani ai quali lo zucchero (glucosio) era dato per bocca. Si raccoglievano in una giornata tutte le urine emesse dal cane al quale si somministravano 100 gr. di glucosio, e nel giorno seguente si ripeteva la stessa esperienza sottraendo prima una certa quantitá di sangue. Nelle urine delle due giornate si ricercava separatamente lo zucchero: come si vedrà da alcune esperienze che passo ad esporre.

Esperienza 1.ª - 16 Gennaio 1892. — Cane di Kgr. 12,500, digiuno da ierisera, ad ore 1 pom. si vuota la vescica con catetere e si iniettano nello stomaco gr. 100 di glucosio sciolti in 400 c. c. d'acqua, volume della soluzione 460 c. c., densitá 1079; si pone nell'apparecchio per raccogliere le orine.

17 Gennaio. — L'urina emessa nella notte é chiara giallo-pallida, neutra. Alle ore 1 pom. si vuota la vescica ed esce un'urina lievemente torbida, ranciato-carica, acida, volume totale c. c. 572, densitá 1015. Depurata quest'urina con acetato di piombo contiene gr. 0,20 di glucosio.

Il 18 Gennaio, si lascia il cane libero.

Il 19 Gennaio, si vuota la vescica, poi si levano dalla giugulare c. c. 250 di sangue, cioè il 2 % del peso corporeo, e si iniettano nello stomaco alle ore 1,30 gr. 100 di glucosio sciolto in 400 c. c. d'acqua, volume 463, densità 1077. Si pone nell'apparecchio per raccogliere le urine.

20 Gennaio. — Ad ore 1,30 pom. si vuota la vescica e si raccolgono c. c. 445 d'urina di un bel giallo, di reazione lievemente acida, densità 1014, nella notte non ne ha emesso.

Questa urina trattata come nel caso precedente contiene gr. 0,90 glucosio.

Esperienza 2.ª - 2 Febbraio 1892. — Cane di Kgr. 11, è a digiuno da ierisera. Alle ore 11,15′ ant., vuoto la vescica ed introduco nello stomaco gr. 100 di glucosio Trommsdorff, sciolti in 400 c. c. d'acqua, volume 460, densità 1078. Dopo ciò viene posto nell'apparecchio per raccogliere le urine.

Il 3 Febbraio, alle ore 11,15′ ant. si vuota la vescica e si ottengono c. c. 47 d'urina di colore ranciato carico, densità 1033, reazione spiccatamente acida. Durante la notte ha emesso c. c. 475 d'urina di colore giallo paglierino chiaro, densità 1011, di reazione acida. Volume totale dell'urina emessa nelle 24 ore dall'amministrazione del glucosio c. c. 522. Viene depurata con acetato di piombo, allontanato l'eccesso di piombo con H_2S, poi concentrata e determinato il glucosio col reattivo Liebig-Knapp. Contiene gr. 0,26 glucosio.

5 Febbraio. — Alle ore 2,28 pom. si vuota la vescica e si levano dalla giugulare 220 c. c. di sangue, il 2 % del peso corporeo, indi si iniettano nello stomaco gr. 100 di glucosio in 400 c. c. d'acqua, volume 458, densità 1082.

6 Febbraio. — Alle ore 3 pom. si vuota la vescica. Urina c. c. 250, di reazione lievemente acida. Trattata nella maniera predetta vi si trovano gr. 0,35 glucosio.

Risulta chiaramente da queste esperienze che una sottrazione notevole di sangue, cioè il 2 % del peso corporeo, non esercita quasi nessuna influenza sulla assimilazione e trasformazione del glucosio nell'organismo.

Infatti rimanendo eguali tutte le altre condizioni in seguito alla sottrazione di sangue non comparivano nelle urine che da 0,09-0,70 in più di glucosio per 100 gr. che erano stati assorbiti.

III. Influenza degli zuccheri sulla secrezione biliare.

Una asserzione di Burdach « che la secrezione biliare sia diminuita durante quasi tutto il decorso del diabete mellito » avrebbe fatto pensare

da tempo ad una influenza degli zuccheri sulla predetta secrezione (1). Ma fu quando Bernard scoprí la funzione glicogenetica del fegato che cominciarono veramente le ricerche e le discussioni sull'esistenza o no di reciproci rapporti fra funzione glicogenetica e biliare. Lo stesso Bernard scriveva in proposito : « Il doit être, maintenant bien établi pour vous qu'il y a dans le foie deux fonctions de la nature des sécrétions. L'une, sécrétion externe, produit la bile qui s'écoule au dehors, l'autre, sécrétion interne, forme le sucre qui entre immediatement dans le sang de la circulation générale. Nous avons dit aussi que ces deux substances, la bile et le sucre, ne paraissaient pas être le résultat d'un même dedoublement chimique, de matiéres contenues dans le sang amené par la veine porte, parce que les formations biliaires et sucrées n'ont pas lieu au même moment ; et des observations d'anatomie et de physiologie comparée nous ont porté á conclure qu'il devait y avoir dans le foie des animaux vertébrés, comme dans celui des Insectes, oú cette séparation semble nettement établie, des cellules organiques distinctes pour la sécrétion de chacun de ces produits, la bile et le sucre. (2) »

Quasi contemporaneamente Küthe nel Laboratorio di Heinsius ad Amsterdam, e Freundt (3) in quello di Heidenhain a Breslavia si proposero di sciogliere la questione provocando negli animali un diabete col metodo della puntura del midollo ed esaminando durante il medesimo la secrezione della bile. Küthe in un cane che portava una fistola biliare non ebbe a riconoscere aumento della secrezione pungendo il ventricolo. Freundt ha fatte le sue esperienze nelle cavie. Le quali erano rese diabetiche mediante la puntura di Bernard e si raccoglieva poi la bile praticando una fistola della cistifellea. Come termine di paragone non servivano i risultati ottenuti in precedenza nelle stesse cavie, ma le medie della secrezione biliare in cavie sane. L'autore concluse dalle sue esperienze : « Ex iis, quae modo attulimus, concludi licere, diabete artificiali bilis secretionem non mutari, apparet, quod jam Küthe uno experimento, ut supra commemoravi, probare posse putavit. »

Naunyn nel 1875 (4) senza conoscere le ricerche di Freundt si propose di indagare come si comportasse la secrezione biliare nel diabete.

---

(1) Burdach. — Traité de Physiologie. Trad. francese sulla 2ª ed. tedesca di Jourdan. Vol. VIII. pag. 360. Ed. Bailliére. — Burdach si riferisce per questa sua asserzione al Meckel's, Deut. Archiv. t. II. pag. 642; dove io non ho trovato nulla in proposito.

(2) Bernard. — Leçons de Physiologie. t. I. pag. 100-101.

(3) Freundt. — Num bilis secrectio artificiali diabete mutetur quaeretur? Diss. Inaug. Breslau 1861. — Qui si trovano riferite le esperienze di Küthe.

(4) B. Naunyn. — Beiträge zur Lehre vom Diabetus mellitus. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. B. III. pag. 162:

Egli scopriva la membrana atlanto-occipitale a conigli robusti, digiuni da 12 ore, collocava una cannula nel condotto cistico e numerava le goccie di bile da essa fluente. Dopo avere osservato il regolare flusso per $1\frac{1}{2}$-2 ore praticava la puntura diabetica. Quando questa riusciva bene, la secrezione biliare cessava per 5-10 minuti, quindi la bile cominciava di nuovo a fluire assai meno che prima della puntura, il rallentamento cresceva rapidamente finchè dopo 5-6 ore gli animali morivano.

Naunyn ritiene che la diminuzione e sospensione della secrezione biliare si debba attribuire a diminuzione della pressione sanguigna per disturbi vasomotori prodotti dalla puntura diabetica ed alla morte graduale del tessuto epatico.

Evidentemente appunto per le complesse e molteplici alterazioni prodotte da una lesione così grave come la puntura del bulbo le ricerche ricordate non possono servire a rischiarare nè la questione delle modificazioni che subisce la secrezione biliare, nè quella prima proposta dei rapporti fra funzione glicogenetica e biliare.

Un fisiologo italiano, del quale non si può abbastanza lamentare la fine miserevole e prematura, il Giannuzzi (1) in una nota preliminare ha messa la questione nel suo vero indirizzo. Ecco quella sua nota: « Nell'estate decorsa ed in quest'autunno ho voluto osservare se l'ingestione di cibi contenenti una certa quantità di saccaroso avesse un'influenza sulla secrezione biliare. L'esperienza era fatta nel modo seguente. Dopo di avere legato ed esciso ad un cane il dùtto coledoco, si praticava per la cistifellea la fistola biliare. Si attendeva che i bordi della ferita cicatrizzassero e che l'animale fosse tornato nelle condizioni possibilmente normali. Allora si osservava la quantità di bile, che scorreva dalla fistola in un dato periodo di tempo o dopo l'ingestione di una determinata quantità di alimenti. Ciò si ripeteva più giorni; quindi una porzione di sostanze alimentari era sostituita da un'altra equivalente di zucchero di canna. Con questo metodo la quantità degli alimenti rimaneva immutata. S'esaminava dopo la bile, che scorreva nel medesimo lasso di tempo e si notava la differenza.

« Il momento, nel quale raccoglieva la bile, è stato o subito dopo l'alimentazione, ovvero tre, sei e dodici ore dopo. La durata dalle tre alle quattro ore.

« L'animale era tenuto in tutti i giorni, che duravano le ricerche, ad un vitto di quantità costante e composto metà di carne e metà di minestra. Le proporzioni dello zucchero non hanno mai oltrepassato il quinto della

---

(1) *Dell'influenza dello zucchero di canna sulla secrezione della bile.* Prima esposizione preliminare del prof. G. Giannuzzi. — Ricerche eseguite nel Gabinetto di fisiologia della R. Università di Siena, diretto dal prof. G. Giannuzzi. (Anno scolastico 1874-75). Siena, tip. Maini 1875, pag. 74.

razione alimentare somministrata avanti l'esperienza. Esso trovavasi misto agli alimenti o allo stato solido, ovvero disciolto nell'acqua.

« Operando in tal modo ho avuto luogo di notare che la ingestione del saccaroso fa molto diminuire nelle prime sei ore la secrezione biliare. Essa può ridursi alla metà ed anche ad un quarto di quella ordinaria. Nè nelle condizioni, nelle quali si sperimentava, può sorgere il dubbio che la bile fosse trattenuta nella cistifellea, essendo l'apertura fistolosa così ampia da impedire la più piccola nel suo interno. In fatti essa scolava continuamente dalla fistola, ed introducendo il dito nella sua cavità si poteva osservare, ch' era in tutte l'ore affatto vuota.

« La diminuzione della quantità della bile non era dovuta semplicemente alla perdita dell'acqua, ma ancora a quella delle sue materie solide. Queste possono qualche volta aumentare nella loro proporzione; ma l'aumento non è in rapporto colla diminuzione dell'acqua. Il cane, la di cui bile scorre per la fistola al di fuori dell'organismo, sopporta meglio la dieta zuccherina di quello in cui la bile si versa nell'intestino. Di più lo zucchero è meglio assimilato e passa in minori proporzioni e più difficilmente nell'urina.

« Per spiegare la diminuzione della secrezione biliare sotto l'azione del vitto zuccherino sorgono nella mente due ipotesi. L'una che lo zucchero, trovandosi in proporzioni maggiori che nell'alimentazione ordinaria, disturba i fenomeni digestivi e quindi ancora la secrezione biliare; l'altra che v'esista un rapporto fra questa e gli uffici che avrebbe lo zucchero nella nutrizione generale dei tessuti, tanto da poter ricompensare la formazione della bile. In favore della prima ipotesi starebbero i disturbi gastrici, che si osservano dietro la propinazione d'un vitto contenente un'abbondante quantità di zucchero. Per la seconda poi meriterebbe il fatto che gli animali colla fistola non solo digeriscono meglio lo zucchero, ma anche lo assimilano e perchè passi nell'urina è necessario l'uso d'una quantità maggiore.

« Su questo proposito ho già intrapreso una serie di ricerche le quali tendono a rischiarare questo problema, tanto importante sia per la conoscenza degli uffici della bile e della sua secrezione, come ancora de' rapporti che avrebbero gli idrati di carbonio colle funzioni del fegato e colla nutrizione generale dell'organismo vivente. »

In seguito Dastre e Arthus (1) hanno studiato la relazione fra funzione biliare e glicogenetica. Ed hanno trovato che per una ritenzione parziale della bile, prodotta colla legatura di alcuni condotti biliari, la quantità di glicogene diminuisce nel fegato.

Mi sembra evidente che per determinare la vera influenza degli zuc-

(1) Dastre e Arthus. — Contribution a l'étude des relations entre la bile et le sucre du foie — La Glicogénèse dans l'ictère. Archives de Phys. nor. et phatol. 1889, pag. 473.

cheri sulla secrezione biliare, come io mi sono proposto, la maniera più semplice e positiva fosse quella di esaminare la detta secrezione durante quel periodo sopratutto nel quale passa attraverso al fegato la massima quantità di zucchero. Cioè secondo risulta dalle mie esperienze nel periodo della prima e seconda ora per la somministrazione ad es. di 100 gr. di zucchero. Inoltre si doveva somministrare sia da solo, che insieme al cibo per evitare l'obbiezione che lo stesso Giannuzzi si è fatto nelle sue esperienze, cioè che ostacolasse la digestione e l'assorbimento degli alimenti.

Le esperienze sono state fatte in vari cani che portavano fistola biliare completa, perfettamente ristabiliti. Esse furono molto svariate, sia cioè in animali sottoposti ad un dato regime, al quale si aggiungeva poi lo zucchero, sia tenuti a digiuno prima e durante il periodo di somministrazione dello zucchero.

Cane di Kgr. 21,900 con fistola biliare completa guarito in buona nutrizione, operato il 4 Dicembre 1884.

20 Gennaio 1885. — L'animale mangia giornalmente gr. 250 di pane e 250 carne di cavallo con brodo.

	Bile raccolta dalle ore 12-1 pom.	— gr. 18.	
	» » » 3-4 »	— » 14.	
21 Gennaio 1885.	» » » 11,40-12,40	— » 13.	Residuo solido della bile privata di muco gr. 0,285, di cui 0,230 solubile in alcol assoluto.
			Ad 1 ora pom. si danno 300 gr. glucosio in c. c. d'acqua.
	» » » 2-3 pom.	— gr. 12.	Residuo solido gr. 0,31, solubile in alcol assoluto 0,250.
22 Gennaio 1885.	» » » 12-1 »	— » 12.	

6 Febbraio 1885. — L'animale è digiuno da 24 ore.

Bile raccolta dalle ore 8-10 ant.	— gr. 18.	Residuo solido gr. 0,40.
» » » 10-11 »	— » 9.	» » gr. 0,187.
		Alle ore 11 ant. si danno 200 gr. glucosio con 50 c. c. d'acqua.
» » » 12-3 pom.	— gr. 24.	Residuo solido gr. 0,459.
» » » 3-4 »	— » 6.	» » gr. 0,14.

Quindi in tre ore prima di dare il glucosio gr. 27 di bile con gr. 0,587 residuo solido — e dopo in tre ore gr. 30 con 0,599 residuo solido.

Cane di Kgr. 21 con fistola biliare completa, come il precedente viene mantenuto con gr. 250 carne cotta e 250 gr. di pane.

30 Gennaio 1885.	Bile raccolta dalle ore 11-12 mer.	— gr. 18.	
	» » » 12-1 pom.	— » 18.	
			Ad 1 ora pom. si danno 300 gr. glucosio in 200 c. c. d'acqua.
	» » » 2-3 »	— gr. 9.	
	» » » 3-4 »	— » 8.	
1 Febbraio 1885.	» » » 1-2 »	— » 18.	
	» » » 2-3 »	— » 14.	

7 Febbraio 1885. — Il cane è a digiuno dalle 8 ant. del giorno precedente.

Bile raccolta dalle ore 8-10 ant. — gr. 8. Residuo solido della bile senza muco gr. 0,102.
» » » 10-11 » — » 5. » » » gr. 0,129.

Alle ore 11 ant. si danno 200 gr. zucchero di canna in poca acqua.

» » » 12-2 pom. — gr. 13. Residuo solido della bile senza muco gr. 0,225.
» » » 2-4 » — » 13. » » » gr. 0,220.

Cane di Kgr. 13, completamente ristabilito da fistola biliare completa e tenuto alla stessa razione alimentare del precedente.

25 Maggio 1885. — Dieta gr. 250 carne ed altrettanto di pane.

Bile raccolta dalle ore 12,20-1,20 pom. — gr. 17. Residuo solido di essa senza muco gr. 0,34.

Alle ore 1.30 pom. si iniettano nella giugulare gr. 100 di glucosio commer. in 100 gr. d'acqua, poi si torna a raccogliere la bile e nella prima ora successiva all' iniezione si ha:

Bile gr. 8,39. Residuo solido senza muco gr. 0,193.
Nella seconda ora. » gr. 7,95. L'animale ha poi vomitato.

28 Maggio 1885. — Dieta idem.

Bile raccolta dalle ore 11-12 mer. — gr. 14,95. Sostanze solide gr. 0,29.

Si inietta immediatamente dopo nella giugulare gr. 50 glucosio commer. in 25 c. c. d'acqua.

Bile raccolta dalle ore 12,20-1,20 pom. — gr. 11,55. Sostanze solide gr. 0,27.
» » » 1,20-2,20 » — » 7,90. » » gr. —
» » » 4-5 » — » 9,—. » » gr. 0,19.

Cane di Kgr. 17,700, con fistola biliare completa, sta benissimo.

Ora	Dieta ordinaria.		Dieta ordinaria con glucosio.		Dieta esclusiva con saccarosio.	
	28-29 Ottobre 1891.		1-2 Novembre 1891.		4-5 Novembre 1891.	
3 ½ 4 ½ pom.		gr. 15,76		gr. 15,05		gr. 9,47
4 ½ 5 ½ »	Ore 5 ½: gr. 100 galletta in c. c. 300 d'acqua.	» 13,76	Ore 5 ½: gr. 50 glucosio, c. c. 100 di H^2O.	» 13,95	Ore 5 ½: gr. 100 saccarosio c. c. 200 di H^2O.	» 9,18
5 ½ 6 ½ »		» 15,01		» 13,10		» 9,25
6 ½ 7 ½ »		» 12,82		» 10,05	(Verso le 6 pom. fu accesa la stufa, per cui la temp.[a] da 9° salì 14°-15°).	» 10,05
7 ½ 8 ½ »		» 14,62		» 11,08		» 10,99
8 ½ 9 ½ »		» 13,23		» 9,95		» 10,95
9 ½ 10 ½ »		» 13,07		» 11,02		» 8,32
10 ½ 11 ½ »		» 10,02		» 10,55		» 9,55
11 ½ 12 ½ ant.		» 11,12		» 10,32		» 8,68
12 ½ 1 ½ »		» 10,46		» 10,—		» 6,50
1 ½ 2 ½ »		» 11,06		» 10,68		» 8,33
2 ½ 3 ½ »		» 8,95		» 9,95		» 7,00
3 ½ 4 ½ »		» 9,72		» 6,70		» 8,37
4 ½ 5 ½ »		» 9,39		» 8,61		» 8,99
5 ½ 6 ½ »		» 9,07		» 9,18		» 7,46
6 ½ 7 ½ »		» 8,82		» 6,53		» 8,75
7 ½ 8 ½ »	Ore 8: gr. 200 carne, gr. 100 galletta, c. c. 400 d'acqua.	» 9,21	Ore 8: carne gr. 200, glucosio gr. 50, galletta gr. 100, acqua c. c. 450.	» 9,13	Ore 8: gr. 100 saccarosio, c. c. 200 di H^2O.	» 7,64
8 ½ 9 ½ »		» 11,10		» 13,23		» 6,50
9 ½ 10 ½ »		» 12,53		» 14,12		» 9,47
10 ½ 11 ½ »		» 10,74		» 14,07		» 7,10
11 ½ 12 ½ pom.	Ore 12: gr. 100 galletta, c. c. 300 d'acqua.	» 13,01	Ore 12: gr. 100 galletta, gr. 50 glucosio, c. c. 300 d'acqua.	» 13,20	Ore 12: gr. 100 saccarosio, c. c. 200 d'acqua.	» 7,49
12 ½ 1 ½ »		» 9,49		» 12,75		» 7,86
1 ½ 2 ½ »		» 9,37		» 12,17		» 8,03
2 ½ 3 ½ »		» 9,55		» 12,97		» 6,22
	Il giorno precedente a questo, il cane ebbe tre pasti doppi; cioè alle 5 ½ pom. del 27, gr. 200 galletta e 400 d'acqua; alle ore 8 ant. del 28, gr. 400 carne, 200 di galletta e 400 d'acqua; alle 12 come alle 5 ½ del 27.		Anche il giorno precedente a questo, il cane ebbe tre pasti doppi come sono segnati nella tabella del 28-29 Ottobre.			

Decorso della secrezione biliare in un cane del peso di Kgr. 17,300 con fistola completa, digiuno da 24 ore prima di cominciare l'esperienza di somministrazione del glucosio. La fistola era perfetta e l'animale stava benissimo.

Ore	8 Novembre 1891.		3 Gennaio 1892.	
		Bile		Bile
6-7 ant.		gr. —		gr. 4,39
7-8 »		» —	gr. 100 glucosio senza acqua.	» 4,29
8-9 »		» —		» 4,79
9-10 »		» 6,55		» 4,57
10-11 »		» 5,62		» 5,37
11-12 »		» 2,68		» 4,12
12-1 pom.	gr. 100 zucchero di canna.	» 3,84	gr. 100 glucosio in 100 di H^2O.	» 2,90
1-2 »		» 4,47		» 4,99
2-3 »		» 5,35		» 5,58
3-4 »		» 5,97		» 4,65
4-5 »		» 4,92		» 4,—
5-6 »		» 5,87		» 3,21
6-7 »		» 5,81		» 3,37
7-8 »		» 5,75		» —
8-9 »		» 5,42		» —
9-10 »		» 2,52		» —

La conclusione che si trae da queste esperienze si è che durante il periodo nel quale entra in assorbimento e passa per il fegato una grande massa di zucchero, non si scopre nessuna saliente e costante modificazione della quantità di bile fluente dalla fistola e dei principî solidi che contiene; e neppure una modificazione si scopre in periodi successivi.

IV. Zuccheri e Chimiotassismo.

Massart e Bordet (1) hanno dimostrato che i leucociti, come le amebe e gli esseri unicellulari, possiedono una irritabilità che si manifesta colla sensibilità tattile e con quella sensibilità tutta speciale alla composizione chimica del mezzo che li bagna, chiamata da Pfeffer *chimiotassismo*.

Abbiamo ricercato sotto questo punto di vista la maniera di comportarsi dei leucociti rispetto alle soluzioni zuccherine: il mio assistente dott. Sabbatani sta eseguendo delle più estese esperienze con parecchie sostanze.

Dei tubi capillari di vetro molto fini venivano riempiti con soluzioni di varii zuccheri, saccarosio, glucosio e lattosio. Da una parte i tubetti erano chiusi alla lampada, dall'altra si lasciavano aperti. Questi tubetti, per solito in numero di 5 a 10, venivano infossati nel connettivo sottocutaneo di alcuni animali, avendo ben cura che non si producesse la benchè minima emorragia ed osservando, per quanto era possibile, una scrupolosa asepsi durante l'operazione. Dopo 24 ore si riprendevano i tubetti, e pulitili esternamente, si esaminavano al microscopio; quei tubetti nei quali per avventura fosse entrato sangue erano scartati.

Riferisco nel seguente quadro i risultati ottenuti:

Sensibilità dei leucociti dei varii animali agli zuccheri.

ANIMALE	VARIETÀ DI ZUCCHERO USATA	TITOLO DELLE SOLUZIONI	NUMERO DELLE ESPERIENZE	NUMERO DEI TUBETTI ESAMINATI	OSSERVAZIONI
Rana	Glucosio	10 %	2	10	non sono sensibili.
»	»	5 %	1	4	non sono sensibili.
Topo bianco.	»	10 %	1	5	sono sensibili.
»	»	5 %	1	5	sono sensibili.
Coniglio	»	5 %	2	8	sono sensibili.
Cane	»	5 %	2	6	sensibilissimi.
Gatto neonato	»	5 %	1	5	sensibili.
Coniglio	Lattosio	5 %	1	5	sono molto sensibili.
Cane	»	5 %	1	5	sono sensibili.
Gatto neonato	»	5 %	1	4	sono sensibilissimi.
Coniglio	Zucc. di canna	5 %	1	5	quasi del tutto insensibili.
Cane	»	5 %	1	5	poco sensibili.
Gatto neonato	»	5 %	1	3	pochissimo sensibili.

---

(1) Jean Massart et Charles Bordet. — Recherches sur l'irritabilité des leucocytes et sur l'intervention de cette irritabilité dans la nutrition des cellules et dans l'inflammations; note présentée à la Société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles, le 3 Février 1890.

Vedi anche Dineur. — Recherches sur la sensibilité des leucocytes a l'électricité; ibidem 1892, Janvier N.° 4, p. 65.

Risulta da queste esperienze il fatto notevole che i leucociti si mostrano sensibilissimi verso le soluzioni di lattosio e di glucosio, che sono direttamente assimilabili: non così invece per il saccarosio. Questi fatti come tutti quelli della sensibilità chimica dei leucociti servono molto, a mio giudizio, per interpretare i fenomeni dell'assorbimento e confermano la funzione da me assegnata ai medesimi: *che servano per trasportare agli elementi anatomici dei tessuti, le sostanze alimentari digerite e trasformate* come le ematie vi trasportano l'ossigeno (1).

Avverto che Massart e Bordet col loro liquido costituito da peptone, glucosio, sali, non hanno osservata sensibilità pei leucociti, ma essi hanno esperimentato esclusivamente sulla rana che anche nelle nostre esperienze diede risultati negativi.

---

(1) Albertoni e Stefani. — Manuale di fisiologia umana. Milano, Vallardi 1886. pag. 164 e 122.

CONCLUSIONE

In grossi cani ai quali si sottraeva dal 1-4 % di sangue rispetto al peso corporeo ebbesi come media un' assorbimento di gr. 49,5 di glucosio in un' ora, rispetto alla media di 58,90 nello stesso periodo di tempo e per la stessa diluzione in stato normale. Quindi la diminuzione della massa del sangue nei limiti predetti ha per effetto una diminuzione (circa il 18 % meno) dell' assorbimento.

In tre esperienze nelle quali venne sottratto rispettivamente gr. 3,37 - 1,66 1,93 % di sangue rispetto al peso corporeo e sostituito con altrettanta quantità della soluzione fisiologica di cloruro di sodio l' assorbimento è stato in media di gr. 37,5 %, cioè un terzo meno che in condizioni fisiologiche. Si deve quindi ritenere che quando, come avviene in simile circostanza, la corrente liquida dal sangue verso lo stomaco diventa molto attiva l' assorbimento viene ostacolato, quantunque detta corrente tenda a diluire il contenuto gastro-intestinale. La temperatura elevata della soluzione scema un po' l' assorbimento. Una sottrazione anche notevole di sangue, cioè il 2 % del peso corporeo, non esercita influenza sulla distruzione o trasformazione del glucosio nell' organismo.

In cani con fistola biliare completa non ebbesi ad osservare nessuna saliente e costante modificazione nella quantità complessiva della bile e delle sue sostanze solide durante il periodo in cui entrano nel sangue e passano nel fegato grosse quantità di zucchero.

I leucociti si mostrano sensibilissimi verso le soluzioni di lattosio e di glucosio (chimiotassismo).

INDICE

MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

SERIE V. – TOMO II

Fascicolo Terzo.

BOLOGNA

TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI

1892

SULLA COSTITUZIONE DELLE SOSTANZE
CONTENUTE NELLE CORTECCIE DI " COTO "

MEMORIA

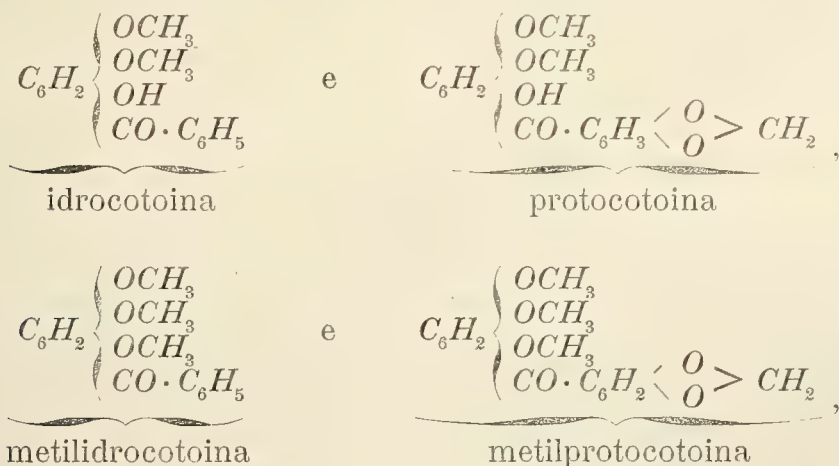
DI

Giacomo Ciamician e Paolo Silber

(Letta nella Seduta delli 27 Marzo 1892).

Gli studî che abbiamo pubblicato l'anno scorso (*) intorno alla *idrocotoina* di Iobst e Hesse (**) ed alla *protocotoina* scoperta da noi, ci hanno indotto ad ammettere per queste due sostanze e per i rispettivi derivati metilati, la *metilidrocotoina* e la *metilprotocotoina*, le seguenti formole di struttura:

$$\underbrace{C_6H_2\left\{\begin{array}{l}OCH_3\\OCH_3\\OH\\CO\cdot C_6H_5\end{array}\right.}_{\text{idrocotoina}} \quad \text{e} \quad \underbrace{C_6H_2\left\{\begin{array}{l}OCH_3\\OCH_3\\OH\\CO\cdot C_6H_3\left\langle\begin{array}{c}O\\O\end{array}\right\rangle CH_2\end{array}\right.}_{\text{protocotoina}},$$

$$\underbrace{C_6H_2\left\{\begin{array}{l}OCH_3\\OCH_3\\OCH_3\\CO\cdot C_6H_5\end{array}\right.}_{\text{metilidrocotoina}} \quad \text{e} \quad \underbrace{C_6H_2\left\{\begin{array}{l}OCH_3\\OCH_3\\OCH_3\\CO\cdot C_6H_2\left\langle\begin{array}{c}O\\O\end{array}\right\rangle CH_2\end{array}\right.}_{\text{metilprotocotoina}},$$

che avevano bisogno però di ulteriori prove sperimentali prima di essere definitivamente accettate. Sopratutto era necessario determinare la natura del fenolo, che costituisce il nucleo fondamentale delle molecole di tutti

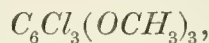
(*) Memorie di questa Accademia, Serie V, vol. II. Gazz. chim. 21, pag. 473.
(**) Liebigs Annalen der Chemie 199, pag. 17.

questi corpi ed inoltre richiedeva una diretta dimostrazione la supposta presenza del radicale piperonoilico nella protocotoina e nella metilprotocotoina. L' esistenza del gruppo benzoilico negli altri due composti era invece sufficientemente provata dalla formazione di acido benzoico, che si osserva costantemente nella scissione dell' idrocotoina e del suo etere metilico.

Vogliamo dire subito che le formole da noi proposte, in base ai pochi dati sperimentali raccolti nel nostro precedente lavoro, sono state confermate dagli studî ulteriori, i quali, come si vedrà, ne danno una rigorosa dimostrazione. Il fenolo triatomico, che in forma d' etere dimetilico e trimetilico entra nella composizione di queste sostanze è la

floroglucina.

Per convincerci di ciò è bastato ridurre con sodio ed alcool assoluto il composto clorurato:

$$C_6Cl_3(OCH_3)_3,$$

che abbiamo ottenuto l' anno scorso per trattamento della metilidrocotoina e della metilprotocotoina con pentacloruro di fosforo. Il dott. Pietro Bartolotti, che volle assumere l' incarico di eseguire questa ricerca, ottenne dal detto composto

l' *etere trimetilico della floroglucina,*

$$C_6H_3(OCH_3)_3,$$

con tutte le caratteristiche sue proprietà.

Prima di procedere oltre nella descrizione delle nostre esperienze è necessario premettere che la *metilidrocotoina* e la *metilprotocotoina* sono identiche rispettivamente col *dibenzoilidrocotone* e con la *ossileucotina* di Iobst e Hesse. Questi chimici attribuirono alle due sostanze formole raddoppiate che vanno abbandonate.

I. **Metilidrocotoina o Dibenzoilidrocotone.**

L' identità del nostro prodotto con quello di Iobst e Hesse risulta prima di tutto dalla corrispondenza del punto di fusione e della composi-

zione centesimale. Il primo è stato trovato tanto da noi che da loro a 113°, i risultati delle analisi sono poi i seguenti:

	Ciamician e Silber	Iobst e Hesse	numeri richiesti dalla formola $C_{16}H_{16}O_4$
C	70,94	70,64	70,59
H	5,91	5,82	5,88 .

La semplicità della formola è provata dalla determinazione del peso molecolare dell' idrocotoina, da noi eseguita l' anno scorso; noi abbiamo dimostrato inoltre che il composto contiene tre gruppi ossimetilici.

Le proprietà descritte da Iobst e Hesse coincidono perfettamente con le nostre osservazioni, specialmente è da notarsi che la metilidrocotoina si colora in azzurro, come il cosidetto benzoilidrocotone, se viene trattata a caldo coll' acido nitrico.

Iobst e Hesse ottennero due composti bromurati, a cui attribuiscono le doppie formole:

$$C_{32}H_{30}Br_2O_8 \text{ e } C_{32}H_{28}Br_4O_8,$$

che non differiscono per nulla dai derivati bromurati della metilidrocotoina.

Il primo di questi corpi, preparato per azione della necessaria quantità di bromo sulla soluzione acetica della metilidrocotoina, forma prismetti incolori o grossi cristalli ottaedrici, che fondono a 147° in corrispondenza col prodotto di Iobst e Hesse, che, secondo questi autori, ha pure il suo punto di fusione a 147°.

La composizione ne è dimostrata dalla seguente analisi.

0,4230 gr. di materia dettero 0,2253 gr. di $AgBr$.

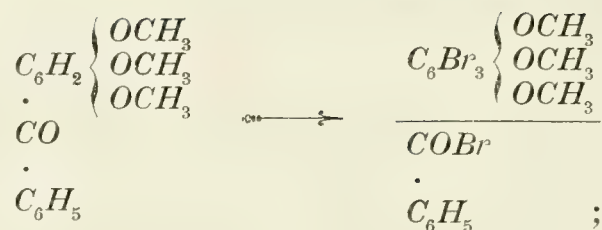
In 100 parti:

	trovato		calcolato per la formola $C_{16}H_{15}O_4Br$
	Ciamician e Silber	Iobst e Hesse	
Br	22,66	23,16	22,79 .

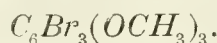
Il secondo composto bromurato, che si ottiene impiegando una maggiore quantità di bromo, cristallizza in forme ottaedriche e fonde a 85-86°, mentre Iobst e Hesse trovarono 84°.

Se nella azione del bromo sulla metilidrocotoina o dibenzoilidrocotone si impiega un' eccesso del primo non avviene soltanto la sostituzione degli atomi d' idrogeno, ma si compie una scissione nel senso indicato dal

seguente schema:

$$\begin{array}{l} C_6H_2 \left\{ \begin{array}{l} OCH_3 \\ OCH_3 \\ OCH_3 \end{array} \right. \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_5 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} C_6Br_3 \left\{ \begin{array}{l} OCH_3 \\ OCH_3 \\ OCH_3 \end{array} \right. \\ \hline COBr \\ \cdot \\ C_6H_5 \end{array} \quad ;$$

il bromo sposta il benzoile, che esce probabilmente in forma di bromuro e dà poi con l' acqua l' *acido benzoico,* e si ottiene

l' *etere trimetilico della tribromofloroglucina*

$C_6Br_3(OCH_3)_3$.

Per eseguire questa esperienza vennero trattati 2 gr. di metilidrocotoina in soluzione cloroformica con un forte eccesso di bromo. Svaporando il solvente a b. m. resta indietro una materia cristallina, che, dopo essere stata ripresa con acqua ed anidride solforosa per togliere l' alogeno in eccesso, venne fatta cristallizzare dall' alcool bollente. Per raffreddamento si separano dal liquido aghi lunghi, finissimi, che lo fanno rapprendere in massa. Questi fondono a 145° e possiedono tutte le proprietà descritte da W. Will (*) per l' etere trimetilfloroglucinico tribromurato. L' analisi seguente ne conferma l' identità.

0,4072 gr. di sostanza dettero 0,5675 gr. di $AgBr$.

In 100 parti:

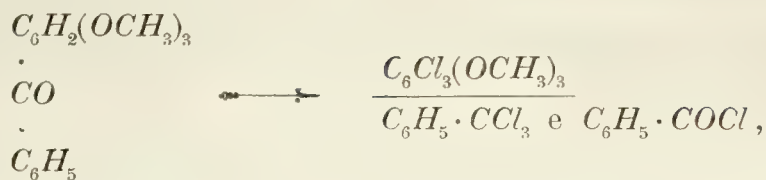
	trovato	calcolato per la formola $C_6Br_3(OCH_3)_3$
Br	59,30	59,26.

Nel liquido separato dalla sostanza descritta è contenuto oltre al benzoato etilico ed all' acido benzoico, che rimane per ultimo in soluzione, una materia bromurata, la quale dopo parecchie cristallizzazioni fonde a 85-86°. Essa è identica al *tetrabromodibenzoilidrocotone* già menzionato più sopra.

La scomposizione della metilidrocotoina col bromo è, come si vede, del tutto analoga a quella determinata dal pentacloruro di fosforo, da noi

(*) Berl. Ber. 21, pag. 603.

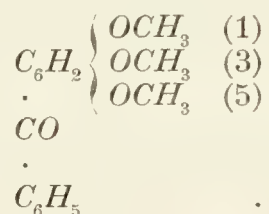
descritta l' anno scorso,

$$\begin{matrix} C_6H_2(OCH_3)_3 \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_5 \end{matrix} \longrightarrow \frac{C_6Cl_3(OCH_3)_3}{C_6H_5 \cdot CCl_3 \text{ e } C_6H_5 \cdot COCl},$$

che dà origine all' *etere trimetilico della tricloroflorogluciná.*

Da queste reazioni segue che la metilidrocotoina o dibenzoilidrocotone è

l' *etere trimetilico della benzoilfloroglucina,*

in cui, per la equivalenza dei tre atomi d' idrogeno della floroglucina e del suo etere trimetilico, resta perfettamente determinata anche la posizione del radicale benzoilico:

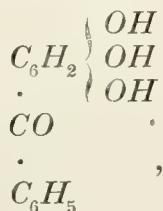
$$\begin{matrix} C_6H_2 \left\{ \begin{matrix} OCH_3 & (1) \\ OCH_3 & (3) \\ OCH_3 & (5) \end{matrix} \right. \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_5 \end{matrix} .$$

L' *idrocotoina,* che contiene soltanto due gruppi ossimetilici e che può essere agevolmente eterificata completamente per azione del joduro metilico in presenza di potassa, deve essere riguardata come

l' *etere dimetilico della benzoilfloroglucina,*

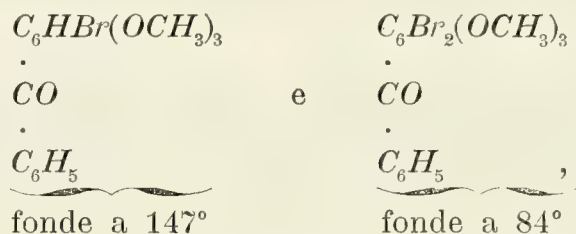
a cui spetta una delle due seguenti formole:

$$C_6H_2 \left\{ \begin{matrix} OCH_3 & (1) \\ CO \cdot C_6H_5 & (2) \\ OCH_3 & (3) \\ OH & (5) \end{matrix} \right. \quad \text{oppure} \quad C_6H_2 \left\{ \begin{matrix} OCH_3 & (1) \\ OCH_3 & (3) \\ CO \cdot C_6H_5 & (4) \\ OH & (5) \end{matrix} \right. .$$

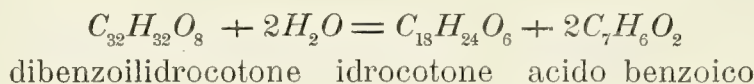
Queste sostanze sono dunque eteri metilici della benzoilfloroglucina chetotriossidrilica:

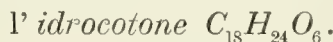
$$\begin{matrix} C_6H_2 \left\{ \begin{matrix} OH \\ OH \\ OH \end{matrix} \right. \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_5 \end{matrix} ,$$

cioè del 1-3-5-*triossibenzofenone*, che si potrebbe chiamare anche *benzofloroglucone*.

I due prodotti bromurati sopra menzionati hanno evidentemente la seguente costituzione:

$$\underbrace{\begin{array}{l} C_6HBr(OCH_3)_3 \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_5 \end{array}}_{\text{fonde a } 147°} \quad e \quad \underbrace{\begin{array}{l} C_6Br_2(OCH_3)_3 \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_5 \end{array}}_{\text{fonde a } 84°},$$

perchè soltanto queste formole danno ragione della loro ulteriore scissione in etere tribromofloroglucinico ed acido benzoico.

Nella loro Memoria più volte menzionata Iobst e Hesse descrivono a proposito del dibenzoilidrocotone (*) una interessante scomposizione che questo corpo subisce per azione della potassa. Secondo questi autori la reazione corrisponderebbe alla seguente uguaglianza:

$$\underset{\text{dibenzoilidrocotone}}{C_{32}H_{32}O_8} + 2H_2O = \underset{\text{idrocotone}}{C_{18}H_{24}O_6} + \underset{\text{acido benzoico}}{2C_7H_6O_2}$$

ed i prodotti di sdoppiamento sarebbero l'acido benzoico ed un corpo di natura sconosciuta,

l' *idrocotone* $C_{18}H_{24}O_6$.

Dopo quanto abbiamo esposto, non potevamo rimanere un solo istante in dubbio intorno alla natura di questo corpo; esso non poteva essere che

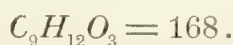
l' *etere trimetilico della floroglucina* $C_9H_{12}O_3$,

e di fatto non ci è stato difficile provarne l'identità. Già la descrizione dell'idrocotone, che Iobst e Hesse ottennero per la prima volta dalla *leucotina*, (**), corrisponde abbastanza bene a quella che W. Will dà per la trimetilfloroglucina(***). L'idrocotone fonde secondo Iobst e Hesse a 48-49°, è insolubile negli alcali e forma con acido nitrico un composto la di cui soluzione acquosa è colorata in azzurro intenso. L' etere trimetilico della

(*) Liebigs Annalen 199, pag. 54.
(**) Ibid. pag. 46.
(***) Berl. Ber. 21, pag. 602.

floroglucina è caratterizzato appuntò da quest' ultima proprietà e fonde secondo W. Will a 52°,5.

Per risolvere la questione noi abbiamo distillato, seguendo le norme di Iobst e Hesse, la metilidrocotoina con potassa in polvere in una storta di vetro di Boemia, ed abbiamo ottenuto l' idrocotone col rendimento di circa 40 p.cto. indicato da questi autori. Il prodotto fonde però a 52° come la trimetilfloroglucina di cui ha tutte le proprietà e fra queste anche quella di dare un derivato tribromurato, che fonde a 145°. Per eliminare ogni dubbio intorno alla sua grandezza molecolare abbiamo determinato il punto di congelamento della sua soluzione acetica, che corrisponde, come lo provano le seguenti cifre, alla formola semplice

$$C_9H_{12}O_3 = 168 .$$

Una soluzione della concentrazione del 2,0770 p.cto. ha dato un abbassamento del punto di congelamento dell' acido acetico glaciale di 0°,49; da ciò si calcola un peso molecolare:

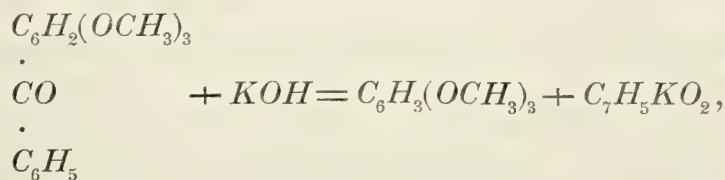
$$m = 165 .$$

È strano che Iobst e Hesse abbiano dedotto la formola raddoppiata dell' idrocotone dalla determinazione della densità di vapore, che venne eseguita col metodo di V. Meyer alla temperatura d' ebollizione del difenile.

La coincidenza delle cifre da essi riportate con quella che si riferisce ad un doppio peso molecolare non si può spiegare che ammettendo una incompleta gassificazione, ciò che del resto sembra giustificato se si considera che il difenile bolle a 254°, dunque quasi alla stessa temperatura della trimetilfloroglucina, la quale ha secondo W. Will il punto d' ebollizione a 256°.

Del resto crediamo necessario aggiungere che la trimetilfloroglucina, se viene gassificata nel vapore della difenilammina (310°), dà la densità di vapore normale, cioè corrispondente al peso molecolare 168.

La scissione della metilidrocotoina o dibenzoilidrocotone in etere trimetilico della floroglucina ed acido benzoico si spiega facilmente con la nostra formola:

$$\begin{array}{l} C_6H_2(OCH_3)_3 \\ \cdot \\ CO \qquad + KOH = C_6H_3(OCH_3)_3 + C_7H_5KO_2 , \\ \cdot \\ C_6H_5 \end{array}$$

ed è assai probabile che questa reazione, che si presta assai bene per la preparazione della trimetilfloroglucina possa essere impiegata per ottenere analogamente dai derivati bromurati della metilidrocotoina gli eteri della monobromofloroglucina e della bibromofloroglucina.

Iobst e Hesse asseriscono inoltre d'avere ottenuto nella scomposizione del dibenzoilidrocotone con potassa piccole quantità d'acido protocatecico. Noi non possiamo accettare la spiegazione ch' essi tentano dare di questo fatto e siamo invece propensi a credere, che l'acido protocatecico ch' essi hanno avuto, abbia preso origine da qualcuna di quelle sostanze, che si trovano assieme al dibenzoilidrocotone nelle corteccie di *Coto* e che danno per fusione con potassa, appunto l'acido protocatecico.

II. Metilprotocotoina o Ossileucotina.

L'identità della metilprotocotoina, preparata da noi, coll'ossileucotina di Iobst e Hesse è indicata già dalla coincidenza dei punti di fusione dei due prodotti: la prima fonde a 134-135° ed il composto scoperto da Iobst e Hesse a 133°,5. La composizione centesimale è del pari la stessa; da questa i citati autori deducono la formola raddoppiata (*):

$$C_{34}H_{32}O_{12},$$

che sta in contraddizione col peso molecolare della protocotoina da noi determinato l'anno scorso col metodo del Raoult. La formola semplice deve essere perciò preferita.

	Iobst e Hesse						Ciamician e Silber	calcolato per la formola $C_{17}H_{16}O_6$
H	64,97	64,61	64,79	64,59	64,78	64,58	64,57	64,56
C	5,22	5,10	5,02	5,02	4,91	4,88	5,31	5,06.

Le proprietà dell'ossileucotina descritta da Iobst e Hesse coincidono perfettamente con quelle trovate da noi per la metilprotocotoina. Citeremo fra le altre, che anche il nostro prodotto si colora come l'ossileucotina in azzurro per trattamento con acido nitrico a caldo. Questa reazione è evidentemente comune a molti derivati dell'etere trimetilico della floroglucina.

I nostri autori descrivono due derivati bromurati dell'ossileucotina, (**)

(*) L. c. pag. 50.
(**) L. c. pag. 52.

ai quali naturalmente attribuiscono formole raddoppiate. Il primo, che é una *monobromoossileucotina*, fonde a 190-192°, il secondo la *bibromoossileucotina* a 159°. Noi abbiamo preparato quest' ultimo trattando 2 gr. di metilprotocotoina, sciolta nel cloroformio, con la quantità necessaria (1 c. c.) di bromo. La massa ottenuta per svaporamento del solvente a b. m. venne fatta cristallizzare dall' alcool bollente, e si ottenne da questo in forma di prismi, che avevano il punto di fusione a 159°.

L' analisi dette del pari numeri concordanti con quelli trovati da Iobst e Hesse.

0,2568 gr. di materia dettero 0,2043 gr. di $AgBr$.

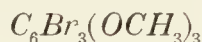
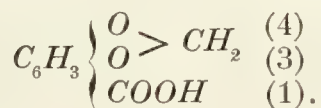
In 100 parti:

	trovato		calcolato per la formola $C_{17}H_{14}Br_2O_6$
	Ciamician e Silber	Iobst e Hesse	
Br	33,85	33,49 33,48 33,51	33,75.

Se si tratta la metilprotocotoina o ossileucotina con un eccesso di bromo avviene anche in questo caso una scissione della molecola ed i prodotti che si ottengono sono l' *etere trimetilico della tribromofloroglucina*

$$C_6Br_3(OCH_3)_3$$

e l' *acido piperonilico*:

$$C_6H_3 \begin{cases} O > CH_2 & (4) \\ O & (3) \\ COOH & (1). \end{cases}$$

La metilprotocotoina venne a questo scopo trattata a caldo in soluzione cloroformica con un eccesso di bromo e questo ed il solvente furono poi eliminati per lento svaporamento a b. m.. Il residuo é in parte solubile nel carbonato sodico; la porzione che rimane indisciolta, presenta tutti i caratteri della trimetilfloroglucina tribromurata e fonde, dopo essere stata cristallizzata dall' alcool, come questa a 145°. Il composto più interessante era nel nostro caso l' acido contenuto nel liquido alcalino, perché la presenza della trimetilfloroglucina nella molecola della metilprotocotoina doveasi considerare giá provata dalla sua scomposizione col pentacloruro di fosforo. Acidificando la soluzione alcalina era da aspettarsi, in seguito alla formola da noi proposta, di vedere precipitare l' acido piperonilico. La previsione fu confermata, perché realmente ottenemmo questo acido con tutte le sue ben note proprietà. Il precipitato bianco, polverulento, venne fatto

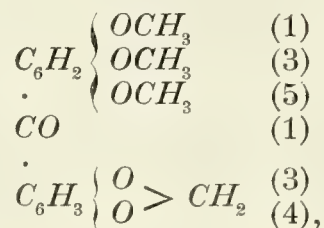
cristallizzare dall' acqua bollente, in cui non é molto solubile, e per raffreddamento si separarono cristallini minuti, dalle forme caratteristiche dell' acido piperonilico. Fondevano come questo a 227-228° e dettero all' analisi i seguenti numeri.

0,1680 gr. di sostanza diedero 0,3565 gr. di CO_2 e 0,0576 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_8H_6O_4$
C	57,87	57,83
H	3,81	3,61 .

La costituzione della *metilprotocotoina* o *ossileucotina* é dunque da rappresentarsi con la seguente formola:

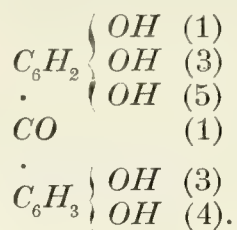
$$\begin{array}{ll} C_6H_2 \left\{ \begin{array}{l} OCH_3 \\ OCH_3 \\ OCH_3 \end{array} \right. & \begin{array}{l} (1) \\ (3) \\ (5) \end{array} \\ \cdot & \\ CO & (1) \\ \cdot & \\ C_6H_3 \left\{ \begin{array}{l} O \\ O \end{array} \right\rangle CH_2 & \begin{array}{l} (3) \\ (4), \end{array} \end{array}$$

che é quella dell'

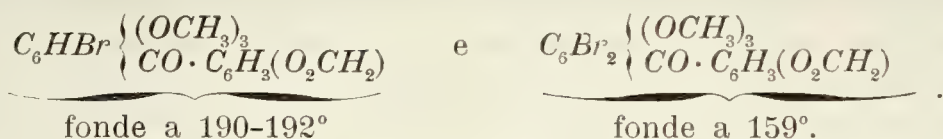
etere trimetilico della piperonoilfloroglucina.

La *protocotoina* non é poi altro che l' *etere dimetilico della piperonoilfloroglucina,* a cui é da attribuirsi una delle due seguenti strutture:

$$C_6H_2 \left\{ \begin{array}{ll} OCH_3 & (1) \\ CO \cdot C_6H_3(O_2CH_2) & (2) \\ OCH_3 & (3) \\ OH & (5) \end{array} \right. \quad \text{ovvero} \quad C_6H_2 \left\{ \begin{array}{ll} OCH_3 & (1) \\ OCH_3 & (3) \\ CO \cdot C_6H_3(O_2CH_2) & (4) \\ OH & (5). \end{array} \right.$$

Le protocotoine sono dunque derivati del *triossibenzopiperone simmetrico,* o anche del 1-3-5-*triossibenzoprotocatecone*:

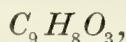
$$\begin{array}{ll} C_6H_2 \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH \\ OH \end{array} \right. & \begin{array}{l} (1) \\ (3) \\ (5) \end{array} \\ \cdot & \\ CO & (1) \\ \cdot & \\ C_6H_3 \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OH \end{array} \right. & \begin{array}{l} (3) \\ (4). \end{array} \end{array}$$

La costituzione dei due derivati bromurati dell'ossileucotina corrispondono poi alle formole:

$$\underbrace{C_6HBr\left\{\begin{array}{l}(OCH_3)_3\\ CO\cdot C_6H_3(O_2CH_2)\end{array}\right.}_{\text{fonde a 190-192°}} \quad \text{e} \quad \underbrace{C_6Br_2\left\{\begin{array}{l}(OCH_3)_3\\ CO\cdot C_6H_3(O_2CH_2)\end{array}\right.}_{\text{fonde a 159°}}.$$

Stabilita in questo modo la costituzione della metilprotocotoina e la sua identità con l'ossileucotina, restava a spiegare il comportamento di quest' ultima con la potassa fondente, studiato da Iobst e Hesse (*). Questi chimici ottennero dall'ossileucotina oltre all'idrocotone (trimetilfloroglucina), gli acidi formico, protocatecico e benzoico, l'aldeide protocatecica ed una sostanza di natura fenica la *cotogenina*. La nostra formola dà facilmente ragione dell' origine dall' acido protocatecico e della sua aldeide; il primo l' abbiamo ottenuto anche noi fondendo con potassa la protocotoina. Non si spiegherebbe invece la formazione dell' acido benzoico, che nelle esperienze di Iobst e Hesse potrebbe forse essere stato prodotto da materie estranee, contenute nell' ossileucotina da loro studiata. Riguardo al composto ch' essi chiamarono *cotogenina* e che ottennero anche dalla leucotina è difficile per ora fare delle supposizioni fondate; per quello che si può dire in proposito rimandiamo al prossimo capitolo della presente Memoria. Prima di lasciare questo argomento è necessario però rettificare un' asserzione di Iobst e Hesse, che per lungo tempo ci fece dubitare dell' esattezza delle formole da noi proposte l' anno scorso. Essa si riferisce al comportamento dell' *acido piperonilico* nella fusione con potassa. Questi chimici affermano (**) che l' acido piperonilico non viene alterato dalla potassa in fusione. Ritenendo quindi giusta tale osservazione non era da comprendersi come la protocotoina (piperonoildimetilfloroglucina) non desse per scomposizione con potassa questo acido invece del protocatecico, che realmente si ottiene. Noi abbiamo trovato, che, conformemente alle nostre previsioni, fondendo con potassa l' acido piperonilico si forma la corrispondente quantità d' acido protocatecico. Conviene, è vero, protrarre la fusione fino al punto in cui la massa non dà più, dopo sciolta nell' acqua, un precipitato per acidificazione, ma il prodotto che si ottiene, estraendo il liquido con etere, fonde a 194° ed ha tutte le proprietà dell' acido protocatecico.

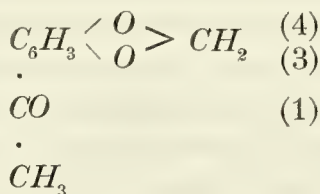
L' anno scorso, ossidando in vari modi la protocotoina, abbiamo ottenuto assieme ad una materia acida, che non abbiamo studiato ancora sufficientemente, una sostanza neutra, di natura chetonica od aldeidica.

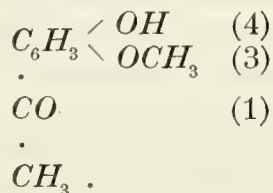
(*) L. c. pag. 52.
(**) L. c. pag. 63.

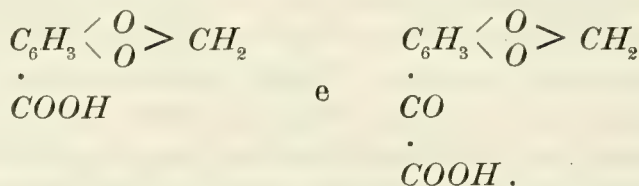
Questo corpo, come fu detto allora, è identico alla *paracumaridrina* (*), che Iobst e Hesse ottennero per ebollizione della paracotoina con liscivia di potassa. La sua composizione corrisponde alla formola:

$$C_9H_8O_3,$$

il suo nome poi deriva dalla falsa supposizione, riconosciuta del resto come tale dagli autori stessi, che fosse l' idrato della cumarina.

Noi abbiamo trovato che la paracumaridrina ha la seguente costituzione:

$$\begin{array}{ll} C_6H_3 \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown O \end{matrix} > CH_2 & \begin{matrix} (4) \\ (3) \end{matrix} \\ \cdot & \\ CO & (1) \\ \cdot & \\ CH_3 & \end{array}$$

e che puó perció chiamarsi *acetopiperone*, analogamente al composto scoperto recentemente dal Tiemann (**) fra i prodotti di ossidazione dell' eugenolo, composto ch' egli propose di chiamare *acetovanillone*:

$$\begin{array}{ll} C_6H_3 \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown OCH_3 \end{matrix} & \begin{matrix} (4) \\ (3) \end{matrix} \\ \cdot & \\ CO & (1) \\ \cdot & \\ CH_3\,. & \end{array}$$

Per dimostrare la costituzione dell' acetopiperone basta ossidarlo col permanganato potassico in soluzione alcalina: si ottiene in questo modo un miscuglio degli acidi *piperonilico* e *piperonilchetonico*:

$$\begin{array}{l} C_6H_3 \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown O \end{matrix} > CH_2 \\ \cdot \\ COOH \end{array} \quad \text{e} \quad \begin{array}{l} C_6H_3 \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown O \end{matrix} > CH_2 \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ COOH\,. \end{array}$$

La quantitá di materia, che noi avevamo ancora a nostra disposizione, era alquanto esigua, un solo grammo, ma pure é stata sufficiente per riconoscerne la costituzione. L' ossidazione venne eseguita sciogliendo il com-

(*) L. c. pag. 35.
(**) Berl. Ber. 24, pag. 2855.

posto (1 gr.) in 250 parti d'acqua calda e trattando questo liquido reso alcalino con potassa, a poco a poco, con 130 c. c. d'una soluzione di camaleonte al 2 p.cto.. Questo si riduce prontamente, dopo poco tempo si possono quindi separare gli ossidi di manganese per filtrazione e concentrare il liquido. Acidificando con acido solforico abbiamo ottenuto un precipitato pulverulento, che dopo essere stato cristallizzato dall'acqua bollente, in cui é poco solubile, fondeva esattamente come l'*acido piperonilico* a 228°. Il filtrato è giallo e contiene l'altra sostanza, molto più solubile nell'acqua, che conviene estrarre con etere. Si ottiene così una materia oleosa, che tosto si solidifica e che cristalizza dall'acqua in lunghi aghi finissimi, debolmente colorati in giallo. Questi, disseccati nel vuoto sull'acido solforico, fondono a 148-149° ed hanno tutte le proprietà dell'*acido piperonilchetonico*, da noi ottenuto per la prima volta per ossidazione dell'isosafrolo (*). La sua composizione venne confermata dalla seguente analisi:

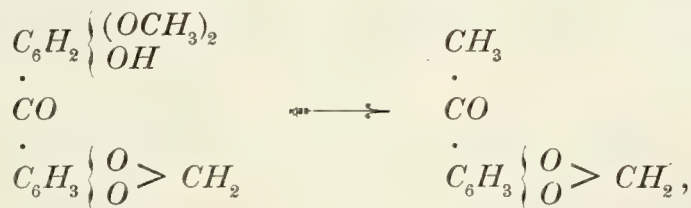
0,1765 gr. di materia, seccata nel vuoto sull'acido solforico, dettero 0,3596 gr. di CO_2 e 0,0527gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_9H_6O_5$
C	55,56	55,67
H	3,32	3,09 .

L'acetopiperone fonde, come abbiamo detto nella nostra precedente comunicazione (**), a 87-88° e dà un'idrazone che si liquefà a 114°.

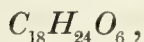
È strano che questo composto, che non s'é potuto avere ancora per ossidazione del safrolo, si formi nell'ossidazione dell'etere dimetilico della piperonoilfloroglucina. La metamorfosi che lo origina non è certo molto chiara:

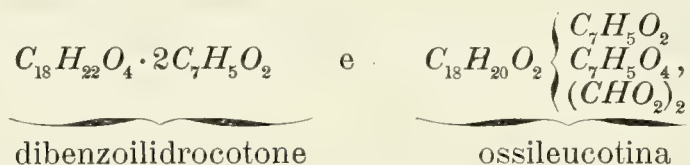
$$\begin{matrix} C_6H_2\left\{\begin{matrix}(OCH_3)_2\\ OH\end{matrix}\right. \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_3\left\{\begin{matrix}O\\ O\end{matrix}\right> CH_2 \end{matrix} \quad \longrightarrow \quad \begin{matrix} CH_3 \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_3\left\{\begin{matrix}O\\ O\end{matrix}\right> CH_2 \end{matrix},$$

ma puó forse fino ad un certo punto essere rassomigliata alla trasformazione dell'eugenolo in acetovanillone, ammettendo una scissione profonda dell'anello floroglucinico. Rimarchevole é poi il caso che il Tiemann si sia

(*) Gazz. chimica 20, pag. 573.
(**) Ibid. 21, pag. 496.

recentemente proposto d' andare in traccia dell' acetopiperone (*), mentre questo corpo è noto già da 13 anni! Certamente nessuno avrebbe potuto indovinare ch'esso si celava sotto il pseudonimo di paracumaridrina.

Iobst e Hesse, che furono abilissimi nel determinare con un'esattezza in vero degna di nota la composizione delle diverse sostanze, ch' essi estrassero dalle corteccie di *Coto*, non furono altrettanto felici nell'interpretazione dei fatti osservati (**). Essi riconobbero che il dibenzoilidrocotone, l'ossileucotina e la leucotina, di cui non ci siamo ancora occupati, dovevano essere considerati come derivati dell'idrocotone (trimetilfloroglucina), ma s'ingannarono attribuendo a quest' ultimo la formola doppia,

$$C_{18}H_{24}O_6,$$

ed il carattere di un' alcool esatomico, ch' essi veramente non poterono provare in nessun modo, perchè non riuscirono, come ora facilmente si intende, a trasformarlo in un corrispondente acetato (***). Partendo da questo falso punto di vista attribuirono al dibenzoilidrocotone (metilidrocotoina) ed all'ossileucotina (metilprotocotoina) la seguente costituzione:

$$\underbrace{C_{18}H_{22}O_4 \cdot 2C_7H_5O_2}_{\text{dibenzoilidrocotone}} \quad \text{e} \quad \underbrace{C_{18}H_{20}O_2 \begin{cases} C_7H_5O_2 \\ C_7H_5O_4 \\ (CHO_2)_2 \end{cases}}_{\text{ossileucotina}},$$

considerando questi corpi come eteri composti invece che come sostanze di natura chetonica (****). Noi crediamo perciò che anche la leucotina avrà una costituzione ben diversa da quella che Iobst e Hesse hanno ritenuta come più probabile.

La natura chimica dei corpi che sono stati rinvenuti fin ora nella corteccia di *Paracoto* è in buona parte oramai svelata. Delle otto sostanze

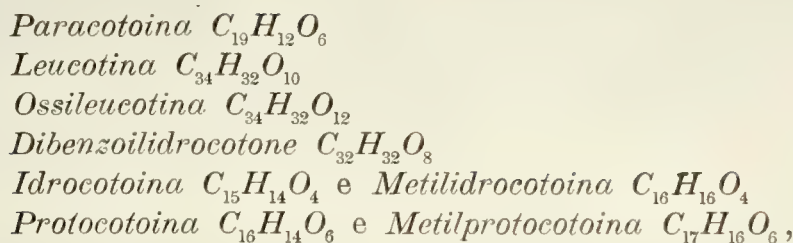
(*) Berl. Ber. 24, pag. 2886.

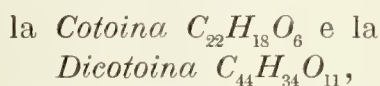
(**) L. Annalen 199, pag. 92.

(***) Ibid. pag. 91.

(****) Circa un anno fa, quando abbiamo iniziato le nostre ricerche sui corpi contenuti nelle corteccie di *Coto*, ci siamo rivolti al sig. dott. O. Hesse, per sapere se intendeva continuare a lavorare su questo argomento; avendoci egli gentilmente risposto, che si riserbava soltanto lo studio dell'idrocotone e dei suoi derivati, noi non ci saremmo certamente occupati di questi corpi se, nostro malgrado, non fossimo stati condotti a farlo in seguito all'identità della metilidrocotoina col dibenzoilidrocotone e della metilprotocotoina coll'ossileucotina. Avendo poi riconosciuto che l'idrocotone altro non è che l' etere trimetilico della floroglucina e non una sostanza di speciale ed ignota costituzione, che avesse bisogno di studi ulteriori diretti a determinarne la natura chimica, abbiamo creduto di potere pubblicare i resultati delle nostre esperienze.

descritte coi nomi di:

Paracotoina $C_{19}H_{12}O_6$
Leucotina $C_{34}H_{32}O_{10}$
Ossileucotina $C_{34}H_{32}O_{12}$
Dibenzoilidrocotone $C_{32}H_{32}O_8$
Idrocotoina $C_{15}H_{14}O_4$ e *Metilidrocotoina* $C_{16}H_{16}O_4$
Protocotoina $C_{16}H_{14}O_6$ e *Metilprotocotoina* $C_{17}H_{16}O_6$,

non rimangono a studiarsi che le due prime, alle quali sono da aggiungersi i due corpi contenuti nella vera corteccia di *Coto* cioè:

la *Cotoina* $C_{22}H_{18}O_6$ e la
Dicotoina $C_{44}H_{34}O_{11}$,

che formeranno oggetto delle nostre ulteriori ricerche.

III. Azione della potassa alcoolica sull'etere dimetilico e trimetilico della piperonoilfloroglucina.

Le esperienze che descriviamo nel presente capitolo sono state fatte quando non eravamo ancora sicuri della presenza del gruppo piperonilico nella protocotoina e nella metilprotocotoina e furono indirizzate appunto allo scopo di dimostrare l'esistenza dell'ossimetilene nella molecola di questi corpi. Noi siamo partiti dal fatto che la potassa alcoolica, in certi casi, saponifica l'ossimetilene, rispettando i gruppi ossimetilici. In questo modo avevamo potuto ottenere il dimetilapionolo dall'apione (*) ed in modo analogo abbiamo poi visto comportarsi anche l'acido piperonilico, che, per riscaldamento con potassa alcoolica in tubo chiuso, dà l'acido protocatecico:

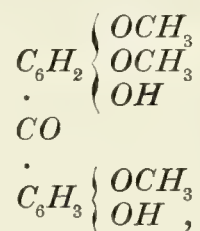
$$\underset{\cdot\;COOH}{C_6H_3 \langle {O \atop O} \rangle CH_2} \longrightarrow \underset{\cdot\;COOH}{C_6H_3 \langle {OH \atop OH}} .$$

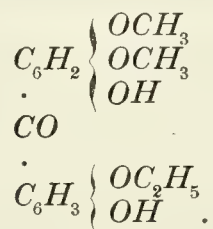
Gli eteri metilici della piperonoilfloroglucina hanno invece un comportamento alquanto diverso e la reazione, che doveva servire a svelarne la costituzione, può ora essere considerata piuttosto come uno degli esempi atti ad illustrare l'azione delle soluzioni alcooliche di potassa sui composti

(*) Gazzetta chimica 19, pag. 113.

organici contenenti l'ossimetilene. Quest'ultimo offre, nel suo comportamento con le soluzioni alcooliche di potassa, largo campo agli studi ed in una prossima pubblicazione dimostreremo a quali svariati resultati questa reazione possa condurre in differenti composti.

Nel nostro caso attuale, l'azione dell'alcali caustico non è indipendente dalla natura dell'alcool, che lo tiene in soluzione, perchè l'eliminazione del gruppo metilenico è accompagnata dall'introduzione del rispettivo radicale alcoolico. Scaldando la protocotoina con una soluzione di potassa in alcool metilico, si ottiene un prodotto, che ha probabilmente la seguente costituzione:

$$C_6H_2\left\{\begin{array}{l}OCH_3\\OCH_3\\OH\end{array}\right.$$
$$\cdot$$
$$CO$$
$$\cdot$$
$$C_6H_3\left\{\begin{array}{l}OCH_3\\OH\end{array}\right. ,$$

impiegando invece come solvente l'alcool etilico risulta un composto etilato:

$$C_6H_2\left\{\begin{array}{l}OCH_3\\OCH_3\\OH\end{array}\right.$$
$$\cdot$$
$$CO$$
$$\cdot$$
$$C_6H_3\left\{\begin{array}{l}OC_2H_5\\OH\end{array}\right. .$$

Azione della potassa in soluzione d'alcool metilico sulla protocotoina.

5 gr. di protocotoina vennero scaldati con 10 gr. di potassa e 10 c. c. di alcool metilico in tubo chiuso a 150° per 6-8 ore. Dopo il riscaldamento nei tubi c'è pressione per idrogeno, sviluppatosi probabilmente in seguito ad una parziale e più profonda azione dell'alcali sulla materia organica, ed il loro contenuto è formato da una parte liquida, intensamente colorata in giallo, e da un composto solido, cristallizzato in prismi, spesso di notevoli dimensioni. Il tutto si scioglie completamente nell'acqua. La soluzione ottenuta, liberata dall'alcool rimasto in eccesso, non contiene materie estraibili con etere, ma dopo essere stata acidificata cede a questo una sostanza cristallina, che è il nuovo composto cercato. Per purificarlo si scioglie il prodotto in poco alcool e si lascia svaporare lentamente il solvente sull'acido solforico. In questo modo gran parte della materia cristallina viene a depositarsi e la parte che rimane in soluzione, trattenutavi dalla pre-

senza di corpi resinosi, può venire da questi liberata per trattamento con acido acetico al 50 p.cto..

Il composto così ottenuto venne cristallizzato più volte dall'alcool bollente per purificarlo del tutto. Fonde a 154-154,°5.

La sua composizione corrisponde alla formola suaccennata cioè:

$$C_{16}H_{16}O_6,$$

0,1886 gr. di sostanza dettero 0,4346 gr. di CO_2 e 0,0910 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{16}H_{16}O_6$
C	62,84	63,16
H	5,36	5,26

in cui sono contenuti *tre gruppi ossimetilici*, come lo prova la seguente determinazione fatta seguendo il metodo del Zeisel.

0,2586 gr. di sostanza dettero 0,5953 gr. di AgI.

In 100 parti:

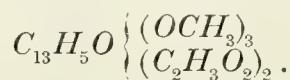
	trovato	calcolato per la formola $C_{13}H_7O_3(OCH_3)_3$
OCH_3	30,37	30,59.

Siccome la protocotoina contiene due soli ossimetili, è provato, che per azione della potassa in soluzione d'alcool metilico, essa ne ha acquistato un terzo.

Il nuovo composto è di colore giallo pallido, ma la tinta si mostra più carica che nella protocotoina. Si scioglie nell'alcool, nell'etere, nell'acido acetico diluito a caldo, poco nell'acqua bollente, punto in quella fredda. È solubile negli alcali caustici e viene precipitato dalle soluzioni alcaline dall'anidride carbonica. La sua soluzione idroalcoolica si colora col cloruro ferrico in rossobruno. L'acido solforico concentrato lo scioglie con colorazione gialla intensa, l'acido nitrico forma con esso un liquido neroverdastro. Bollito con anidride acetica ed acetato sodico anidro dà un

Diacetato ($C_{20}H_{20}O_8$), che si ottiene distillando l'anidride rimasta in eccesso, a pressione ridotta a b. m., e trattando il residuo con una soluzione diluita di carbonato sodico. La parte insolubile, cristallizzata più volte dall'alcool bollente, si presenta in forma di aghetti bianchi, raggruppati in mammelloni, che fondono a 126-127°. Per determinare la sua composizione, assai meglio d'un'analisi elementare, ha servito la seguente deter-

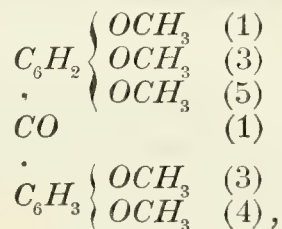
minazione dell'ossimetile, determinazione che concorda con la formola.

$$C_{13}H_5O \left\{ \begin{array}{l} (OCH_3)_3 \\ (C_2H_3O_2)_2 \end{array} \right. .$$

0,1732 gr. di sostanza dettero 0,3111 gr. di AgI.

	trovato	calcolato
$3(OCH_3)$	23,69	23,97 p.cto..

Il diacetato, che si scioglie facilmente nell'etere a freddo e nell'alcool ed acido acetico a caldo, é insolubile nell'acqua e negli alcali caustici. Bollito con questi si saponifica dando una soluzione gialla. Il cloruro ferrico non produce nessuna colorazione nella sua soluzione idroalcoolica. L'acido solforico lo scioglie con intensa colorazione gialla.

Trattando il composto primitivo, proveniente dalla protocotoina, con joduro metilico e potassa si forma un *derivato pentametilato*, che non può avere altra costituzione che la seguente:

$$\begin{array}{ll} C_6H_2 \left\{ \begin{array}{ll} OCH_3 & (1) \\ OCH_3 & (3) \\ OCH_3 & (5) \end{array} \right. & \\ CO & \quad\quad\quad (1) \\ C_6H_3 \left\{ \begin{array}{ll} OCH_3 & (3) \\ OCH_3 & (4) \end{array} \right. , & \end{array}$$

e deve essere considerato come *l'etere trimetilico della veratroilfloroglucina*.

A questo scopo 2 gr. del composto fondente a 154-154°,5 vennero scaldati con 2 gr. di joduro di metile ed una soluzione di 0,4 gr. di potassa in 10 c. c. di alcool metilico per due ore in tubo a 100°. Svaporando il contenuto del tubo a b. m. rimane un residuo, che venne digerito con liscivia di potassa ed indi cristallizzato ripetutamente dall'alcool. In questo modo si ottengono squamette senza colore, che fondono a 157°.

L'esattezza della formola sopraindicata venne confermata dalla seguente determinazione dell'ossimetile, eseguita col metodo del Zeisel.

0,1268 gr. di materia dettero 0,4451 gr. di AgI.

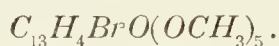
In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{13}H_5O(OCH_3)_5$
OCH_3	46,30	46,69 .

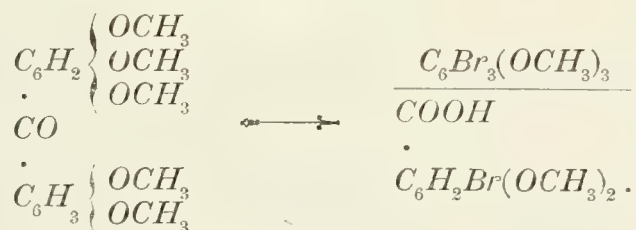
La veratroiltrimetilfloroglucina si scioglie a freddo nell'etere, a caldo

anche nell' alcool e nell' acido acetico glaciale, ma, a differenza del composto da cui deriva, è insolubile negli alcali caustici. In soluzione idroalcoolica non viene colorata dal cloruro ferrico; l' acido nitrico la scioglie con colorazione azzurra tendente al verde, l' acido solforico concentrato con colorazione gialla intensa.

La costituzione di questo interessante composto viene poi confermata dal suo comportamento col bromo. Se si tratta la veratroiltrimetilfloroglucina, sciolta nel cloroformio, con bromo fino a che questo non viene più assorbito, si ottiene, per svaporamento spontaneo del solvente, un residuo vischioso, il quale, cristallizzato dall' alcool bollente, si separa in forma di prismi senza colore, che fondono a 144°. Il prodotto così ottenuto è una *monobromoveratroiltrimetilfloroglucina*.

$$C_{13}H_4BrO(OCH_3)_5 .$$

Come i derivati bromurati della benzoiltrimetilfloroglucina e della piperonoiltrimetilfloroglucina esso non dà più coll' acido nitrico una soluzione azzurra, ma vi si scioglie senza colorazione alcuna.

Impiegando un eccesso di bromo e facendolo reagire a caldo sulla soluzione cloroformica della veratroiltrimetilfloroglucina, avviene una scissione simile a quella che subiscono la benzoiltrimetilfloroglucina e la piperonoiltrimetilfloroglucina col medesimo trattamento: si forma, cioè, l'*etere trimetilico della tribromofloroglucina* ed un corpo, che passa nella soluzione di carbonato sodico e da questa precipita per acidificazione in forma di *acido bromoveratrico*. In questo caso anche il radicale acido viene parzialmente bromurato. Lo sdoppiamento può essere rappresentato col seguente schema:

$$\begin{array}{l} C_6H_2\left\{\begin{array}{l} OCH_3 \\ OCH_3 \\ OCH_3 \end{array}\right. \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_3\left\{\begin{array}{l} OCH_3 \\ OCH_3 \end{array}\right. \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} \underline{C_6Br_3(OCH_3)_3} \\ COOH \\ \cdot \\ C_6H_2Br(OCH_3)_2 . \end{array}$$

Trattando a caldo 1 gr. di veratroiltrimetilfloroglucina, sciolta nel cloroformio, con un eccesso di bromo ed eliminando poi questo ed il solvente a b. m., rimane un residuo cristallino, che venne bollito con carbonato sodico. La parte insolubile, cristallizzata dall' alcool, dette gli aghetti finissimi caratteristici della *tribromotrimetilfloroglucina,* che fondevano esattamente a 145°. Dal liquido alcalino si ottenne poi per acidificazione un precipitato bianco, che si fece cristallizzare, onde purificarlo, dall' acqua bollente, in cui non è molto solubile. Per raffreddamento si deposero aghettini bianchi, raggruppati, che fondevano a 181°-182°.

Il composto, che ricorda anche pel suo punto di fusione l'acido veratrico (questo ultimo fonde a 179-181°), contiene bromo e l'analisi dette numeri, che concordano con quelli richiesti per un *acido monobromoveratrico.*

0,1503 gr. di sostanza dettero 0,2286 gr. di CO_2 e 0,0473 gr. di H_2O.

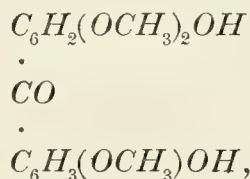
In 100 parti :

	trovato	calcolato per la formola $C_9H_9BrO_4$
C	41,48	41,38
H	3,49	3,44.

Questa sostanza è molto probabilmente identica all'acido bromoveratrico ottenuto da Kaeta Ukimori Matsmoto, per diretta azione del bromo sulla soluzione acquosa dell'acido veratrico, sebbene egli abbia trovato per il suo prodotto, un punto di fusione un po' più elevato del nostro, cioè 183-184° (*).

La veratroiltrimetilfloroglucina si scinde con la potassa fondente in modo del tutto corrispondente ai due altri composti già menzionati, a cui essa tanto rassomiglia. Distillandola con potassa in una storta di vetro poco fusibile, immersa in un bagno di lega, passa una materia oleosa, che tosto si solidifica; cristallizzata dall'alcool acquoso fonde a 51-52° ed ha tutte le proprietà dell'*etere trimetilico della floroglucina.* La massa rimasta nella storta contiene notevoli quantità d'*acido protocatecico,* il quale evidentemente si sarà formato per saponificazione dell'acido veratrico (**). La trimetilfloroglucina venne riconosciuta anche per mezzo del suo derivato tribromurato che fonde a 145°.

La costituzione del composto ottenuto direttamente dalla protocotoina, dal punto di fusione 154°,5, è, come s'è detto molto probabilmente la seguente :

$$\begin{array}{l} C_6H_2(OCH_3)_2OH \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_3(OCH_3)OH, \end{array}$$

perchè, come si vedrà più avanti, in seguito al comportamento della metilprotocotoina con potassa in soluzione d'alcool metilico, è assai invero-

(*) Berl. Ber. 11, pag. 136.
(*) Vedi Körner, Gazz. chimica 6, pag. 144.

simile che in questa reazione si sostituisca col metile l'idrogeno dell' ossidrile floroglucinico. Ammettendo questa formola, il composto in parola sarebbe da chiamarsi *etere dimetilico della vanilloilfloroglucina*, senza volere con ció indicare se esso sia da riferirsi all' acido vanillinico piuttosto che all' acido isovanillinico.

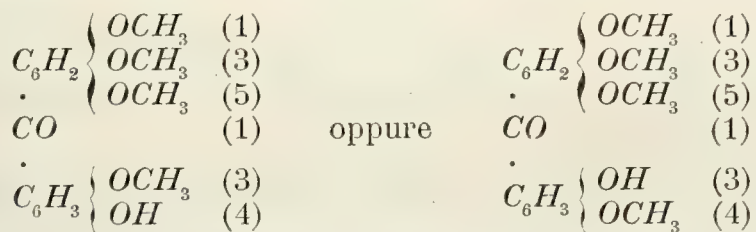
Azione della potassa in soluzione d'alcool metilico sulla metilprotocotoina.

In questo caso la potassa alcoolica dá luogo alla formazione di due composti, la di cui separazione é alquanto difficile; di questi uno é identico alla vanilloildimetilfloroglucina giá descritta, il secondo invece contiene quattro ossimetili e deve essere considerato come la vanilloiltrimetilfloroglucina, corrispondente alla sostanza da cui esso deriva, che é l' etere trimetilico della piperonoilfloroglucina.

L'esperienza venne eseguita, scaldando in tubo chiuso a 130-140° per 6 ore, 10 gr. di metilprotocotoina con 20 gr. di potassa e 20 c. c. d' alcool metilico. Aprendo il tubo sfugge un gaz infiammabile e la massa, che in principio non era colorata, si presenta dopo il riscaldamento con un intenso colore giallo. Nell' acqua si scioglie completamente e l' etere non esporta nulla dal liquido alcalino. Acidificando e ripetendo l' estrazione con questo solvente si ha un residuo, che conviene sciogliere a caldo nell' alcool, per lasciare poi svaporare lentamente sull' acido solforico la soluzione ottenuta. Si depositano in questo modo dei cristalli colorati in giallo, mentre una notevole quantitá di materia cristallina rimane ancora nella parte liquida e resinosa. Per separare la prima da quest' ultima si riprende il residuo, ottenuto per essiccamento sull' acido solforico, con acido acetico al 50 p.cto., che scioglie la resina e lascia indietro il prodotto solido.

La parte cristallina ottenuta tanto dall'alcool, che dall' acido acetico é un miscuglio di due corpi, i quali si possono separare mediante un lungo e paziente frazionamento in soluzione alcoolica. Facendo ripetutamente cristalizzare dall' alcool il prodotto descritto, si ottiene, quale composto meno solubile, delle croste cristalline bianche, che fondono a 180°, mentre la parte piú solubile si separa in cristalli gialli, che fondono a 154°,5.

Il primo corpo, quello che fonde a 180°, ha la composizione corrispondente ad una delle seguenti formole:

$$C_6H_2 \left\{ \begin{matrix} OCH_3 & (1) \\ OCH_3 & (3) \\ OCH_3 & (5) \end{matrix} \right. \atop {\cdot \atop CO \quad (1) \atop {\cdot \atop C_6H_3 \left\{ \begin{matrix} OCH_3 & (3) \\ OH & (4) \end{matrix} \right.}} \qquad \text{oppure} \qquad C_6H_2 \left\{ \begin{matrix} OCH_3 & (1) \\ OCH_3 & (3) \\ OCH_3 & (5) \end{matrix} \right. \atop {\cdot \atop CO \quad (1) \atop {\cdot \atop C_6H_3 \left\{ \begin{matrix} OH & (3) \\ OCH_3 & (4) \end{matrix} \right.}}$$

e deve essere riguardato come l'*etere trimetilico della vanilloilfloroglucina*, in cui rimane indeterminata la natura del radicale acido, che può essere, anche in questo caso, vanillinico od isovanillinico.

0,2270 gr. di materia dettero 0,5332 gr. di CO_2 e 0,1160 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{17}H_{18}O_6$
C	64,06	64,15
H	5,68	5,66 .

Il numero dei gruppi ossimetilici, determinato col metodo dello Zeisel, ha dato resultati, che s'accordano abbastanza bene con quelli richiesti dalla suaccennata formola:

I. 0,2204 gr. di sostanza dettero 0,6375 gr. di AgI.

II. 0,2108 gr. di sostanza, proveniente da un'altra preparazione, dettero 0,6101 gr. di AgI.

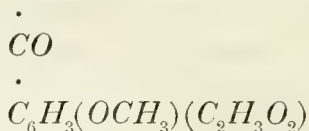
In 100 parti:

	trovato I.	trovato II.	calcolato per la formola $C_{13}H_6O_2(OCH_3)_4$
OCH_3	38,16	38,18	38,99 .

La piccola differenza deriva probabilmente da una non completa separazione delle due sostanze suaccennate, che è difficile ad effettuarsi. La composizione di questo etere tetrametilico viene inoltre confermata anche dalla analisi dell'acetato.

La vanilloiltrimetilfloroglucina si scioglie facilmente nell'etere e del pari nell'alcool caldo e nell'acido acetico glaciale. È insolubile nell'acqua, solubile negli alcali con colorazione gialla. La sua soluzione idroalcoolica si colora col cloruro ferrico in giallo, l'acido solforico dà un liquido giallo intenso, l'acido nitrico una colorazione gialloverdastra.

L'*acetilvanilloiltrimetilfloroglucina* $C_6H_2(OCH_3)_3$, che si ottiene bollendo

$$\begin{array}{c} C_6H_2(OCH_3)_3 \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_3(OCH_3)(C_2H_3O_2) \end{array}$$

la vanilloiltrimetilfloroglucina con acetato sodico ed anidride acetica, fonde, dopo alcune cristallizzazioni dall'alcool, a 170°.

La seguente determinazione degli ossimetili viene in appoggio della

suindicata formola, sebbene anche in questo caso non abbia dato numeri perfettamente esatti.

0,2318 gr. di sostanza dettero 0,5875 gr. di *AgI*.

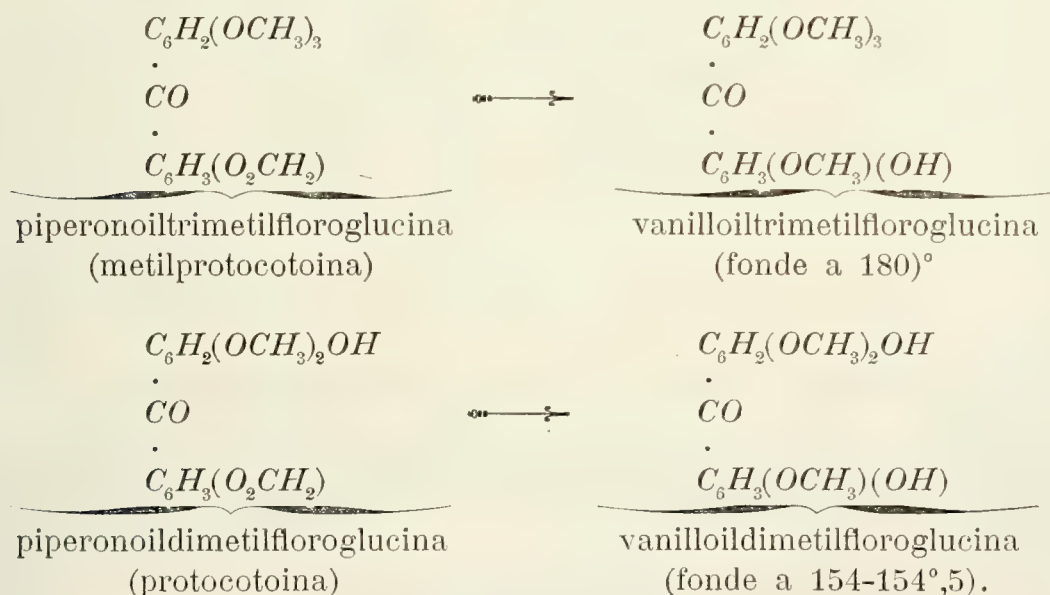
In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{13}H_5O(C_2H_3O_2)(OCH_3)_4$
OCH_3	33,43	34,44.

L' acetato si scioglie nell' etere, nell' alcool caldo e nell' acido acetico glaciale, non si colora in soluzione idroalcoolica col cloruro ferrico, e si comporta con gli acidi solforico e nitrico come il composto da cui deriva. La potassa lo scioglie soltanto all' ebollizione con colorazione gialla.

La trasformazione della piperonoiltrimetilfloroglucina (metilprotocotoina) in vanilloiltrimetilfloroglucina, per riscaldamento con la potassa in soluzione di alcool metilico, rende assai probabile che anche nel caso della piperonoildimetilfloroglucina (protocotoina) il metile entri nel radicale dell'acido protocatecico e che perciò la formola da noi attribuita al composto fusibile a 154°-154°,5 sia esatta.

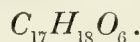
$$\underbrace{\begin{matrix} C_6H_2(OCH_3)_3 \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_3(O_2CH_2) \end{matrix}}_{\text{piperonoiltrimetilfloroglucina (metilprotocotoina)}} \longrightarrow \underbrace{\begin{matrix} C_6H_2(OCH_3)_3 \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_3(OCH_3)(OH) \end{matrix}}_{\text{vanilloiltrimetilfloroglucina (fonde a 180)°}}$$

$$\underbrace{\begin{matrix} C_6H_2(OCH_3)_2OH \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_3(O_2CH_2) \end{matrix}}_{\text{piperonoildimetilfloroglucina (protocotoina)}} \longrightarrow \underbrace{\begin{matrix} C_6H_2(OCH_3)_2OH \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_3(OCH_3)(OH) \end{matrix}}_{\text{vanilloildimetilfloroglucina (fonde a 154-154°,5).}}$$

La vanilloiltrimetilfloroglucina è un composto che merita un certo interesse, anche perchè ha la stessa composizione di una sostanza di natura fenica, che Iobst e Hesse (*) ottennero nella fusione con potassa

(*) L. Annalen l. c. pag. 44.

della leucotina e dell'ossileucotina (metilprotocotoina). Questo corpo di cui più sopra abbiamo fatto menzione, venne chiamato da essi *Cotogenina* e gli venne attribuita la formola

$$C_{14}H_{14}O_5 .$$

Come si vede dalla seguente comparazione della composizione centesimale di questi corpi gli si adatterebbe ugualmente bene anche la formola della vanilloiltrimetilfloroglucina:

$$C_{17}H_{18}O_6 .$$

	trovato		calcolato per le formole	
	Ciamician e Silber	Iobst e Hesse	$C_{14}H_{14}O_5$	$C_{17}H_{18}O_6$
C	64,06	64,17	64,12	64,15
H	5,68	5,54	5,34	5,66 .

I due composti non sono certamente identici, perchè la cotogenina fonde, secondo i citati autori, a 210° e si colora in soluzione alcoolica col cloruro ferrico in verde intenso, mentre il corpo da noi ottenuto fonde a 180° e non dà col cloruro ferrico che una lieve colorazione gialla, però siccome la teoria fa prevedere l'esistenza di due vanilloiltrimetilfloroglucine isomere, come è stato indicato più sopra, non è forse del tutto inverosimile il supporre che la cotogenina possa avere una simile costituzione. Noi ci riserbiamo di fare in seguito le esperienze necessarie per risolvere la questione.

Più sopra abbiamo accennato che la metilprotocotoina, oltre al composto che fonde a 180°, di cui ci siamo finora occupati, dà per azione della potassa sciolta in alcool metilico un altro corpo, il quale si liquefà a 154°,5. Quest'ultimo è identico alla vanilloildimetilfloroglucina, che si ottiene anche dalla protocotoina. L'identità venne indicata dalla corrispondenza delle forme cristalline, del punto di fusione e di tutte le altre proprietà. Una maggiore prova la si ebbe con la seguente determinazione dell'ossimetile:

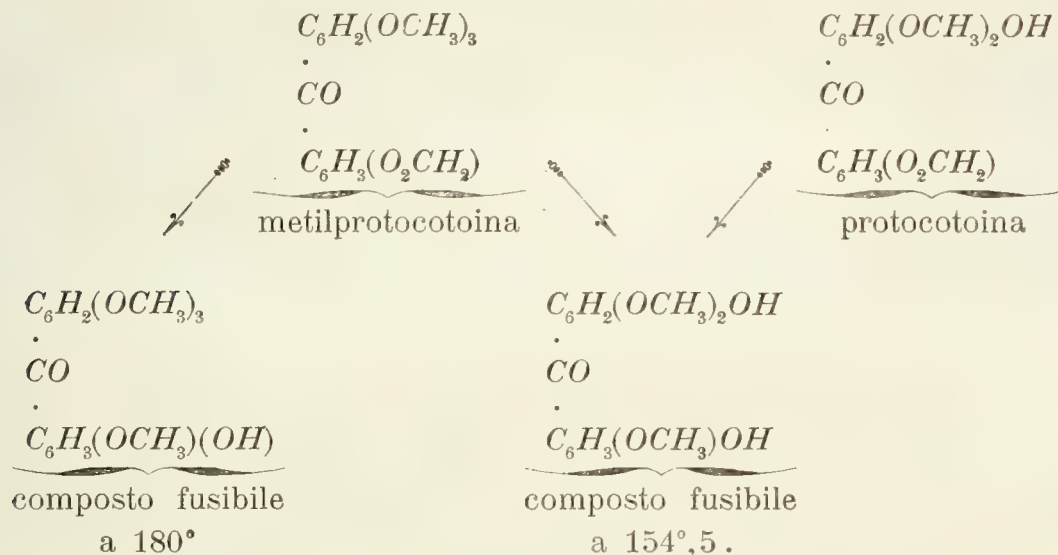
0,2182 gr. di sostanza dettero 0,4933 gr. di AgI.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{13}H_7O_3(OCH_3)_3$
OCH_3	29,82	30,59

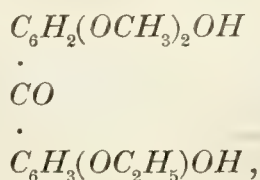
e la certezza risultò in fine dalla comparazione degli acetati. Anche il

prodotto ottenuto dalla metilprotocotoina dette un acetato, che fondeva a 126-127°, come quello descritto più sopra, proveniente dalla protocotoina.

Si deve quindi ammettere che riscaldando la piperonoiltrimetilfloroglucina con potassa in presenza d'alcool metilico, oltre alla sostituzione del metilene con un gruppo metilico nel radicale piperonilico, avvenga anche parzialmente la saponificazione d'uno dei tre ossimetili nel residuo floroglucinico. La reazione è quindi da rappresentarsi nel seguente modo:

Diremo per ultimo che tanto la vanilloiltrimetilfloroglucina (p. f. 180°) che il miscuglio dei due prodotti (p. f. 180° e p. f. 154°,5) danno, per trattamento con joduro metilico e potassa, il composto pentametilato, la veratroiltrimetilfloroglucina, descritta più sopra, che fonde a 157°.

Azione della potassa sulla protocotoina in presenza d'alcool etilico.

Il prodotto che risulta facendo agire sulla protocotoina la potassa alcoolica ordinaria è, come s'è detto, assai probabilmente un composto della seguente struttura:

$$\begin{array}{l} C_6H_2(OCH_3)_2OH \\ \cdot \\ CO \\ \cdot \\ C_6H_3(OC_2H_5)OH , \end{array}$$

che preferiamo non designare col nome corrispondente alla sua natura

chimica, perchè risulterebbe necessariamente troppo complicato. Ci asteniamo dal farlo tanto più volentieri in quantochè questa nuova sostanza presenta un interesse soltanto in riguardo alla sua origine. Essa serve a dimostrare come il metilene possa venire sostituito dal radicale etilico.

5 gr. di protocotoina vennero scaldati con 10 gr. di potassa e 10 c.c. d'alcool etilico per sei ore in tubo chiuso a 155°. Il prodotto della reazione, trattato come è stato indicato nei casi precedenti, venne fatto cristallizzare dall'alcool. Forma prismetti gialli, che fondono a 150-151°.

L'analisi dette numeri corrispondenti alla formola suaccenata.

0,2084 gr. di materia dettero 0,4920 gr. di CO_2 e 0,1078 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{17}H_{18}O_6$
C	64,39	64,15
H	5,75	5,66.

Il metodo di Zeisel serve anche in questo caso a determinare il numero dei radicali alcoolici contenuti in forma eterea, solamente nel calcolo è necessario tenere conto che il joduro d'argento trovato si riferisce a due ossimetili ed un ossietile. Interpretando in questo modo il resultato dell'esperienza si trova una cifra, che corrisponde a quella richiesta dalla formola da noi proposta.

0,2432 gr. di sostanza dettero 0,5351 gr. di AgI.

	trovato	calcolato per la formola $C_{13}H_5O(OH)_2(OCH_3)_2(OC_2H_5)$
$[OC_2H_5 + 2(OCH_3)]$	33,39	33,64 p.cto.

Il nuovo composto somiglia molto alla vanilloildimetilfloroglucina già descritta, con la quale ha comune la maggior parte delle proprietà.

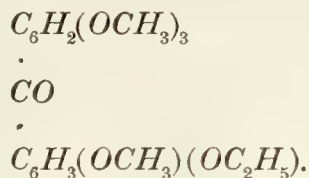
Il diacetato, $C_{13}H_5O(OCH_3)_2(OC_2H_5)(C_2H_3O_2)_2$, forma tavole esagonali, che fondono a 118°. La sua composizione venne confermata determinando i radicali alcoolici in esso contenuti.

0,2204 gr. di materia dettero 0,3867 gr. di AgI.

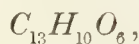
	trovato	calcolato per la formola $C_{13}H_5O(OCH_3)_2(OC_2H_5)(C_2H_3O_2)_2$
$[2(OCH_3) + OC_2H_5]$	26,63	26,61.

Trattando il fenolo in parola con joduro metilico e potassa si ottiene

facilmente il derivato completamente eterificato, che fonde a 162° ed avrà senza dubbio la seguente costituzione:

$$C_6H_2(OCH_3)_3$$
$$\cdot$$
$$CO$$
$$\cdot$$
$$C_6H_3(OCH_3)(OC_2H_5).$$

Per ultimo crediamo utile riunire nella seguente tabella tutte le sostanze finora note, che possono considerarsi quali derivati dell' 1-3-5-*triossibenzofenone* e dell' 1-3-5-*triossibenzoprotocatecone.*

Noi crediamo poi che probabilmente anche questi corpi si troveranno in natura e supponiamo che il principio colorante contenuto nel legno di Morus tinctoria L. (Maclura aurantiaca Nutt.), la *maclurina*, descritta molti anni or sono da Hlasiwetz e Pfaundler (*), la quale ha la composizione:

$$C_{13}H_{10}O_6,$$

altro non sia che il triossibenzoprotocatecone simmetrico. Essa si scinde analogamente ai composti descritti in questa Memoria, per azione della potassa e degli acidi in floroglucina ed acido protocatecico ed il suo colore giallo rende assai probabile, che si tratti d'un composto di natura chetonica. Noi ci riserbiamo di fare delle esperienze anche su questo argomento.

(*) Liebig's Annalen 127, pag. 352.

NOME DEL COMPOSTO	Autori *	P. f.	FORMOLA EMPIRICA	STRUTTURA
Derivati dell' 1-3-5-triossibenzofenone $C_6H_2\overbrace{(OH)_3}^{1-3-5}\cdot CO\cdot C_6H_5$.				
Idrocotoina	I. H.	98°	$C_{15}H_{14}O_4$	$C_6H_2\overbrace{(OCH_3)_2(OH)}^{1-3-5}\cdot CO\cdot C_6H_5$
Monobromoidrocotoina	I. H.	147°	$C_{15}H_{13}BrO_4$	$C_6HBr(OCH_3)_2(OH)\cdot CO\cdot C_6H_5$
Bibromoidrocotoina	I. H.	95°	$C_{15}H_{12}Br_2O_4$	$C_6Br_2(OCH_3)_2(OH)\cdot CO\cdot C_6H_5$
Acetilidrocotoina	I. H.	83°	$C_{17}H_{16}O_5$	$C_6H_2(OCH_3)_2(OC_2H_3O)\cdot CO\cdot C_6H_5$
Bromoacetilidrocotoina	I. H.	166°	$C_{17}H_{15}BrO_5$	$C_6HBr(OCH_3)_2(OC_2H_3O)\cdot CO\cdot C_6H_5$
Dibenzoilidrocotone ossia *Metilidrocotoina*	I. H. C. S.	113° 113°	$(C_{32}H_{32}O_8)$ $C_{16}H_{16}O_4$	$C_6H_2\overbrace{(OCH_3)_3}^{1-3-5}\cdot CO\cdot C_6H_5$
Dibromodibenzoilidrocotone Bromometilidrocotoina	I. H. C. S.	147° 147°	$(C_{32}H_{30}Br_2O_8)$ $C_{16}H_{15}BrO_4$	$C_6HBr(OCH_3)_3\cdot CO\cdot C_6H_5$
Tetrabromodibenzoilidrocotone Bibromometilidrocotoina	I. H. C. S.	84° 85°-86°	$(C_{32}H_{28}Br_4O_8)$ $C_{16}H_{14}Br_2O_4$	$C_6Br_2(OCH_3)_3\cdot CO\cdot C_6H_5$
Biclorometilidrocotoina	C. S.	81°-82°	$C_{16}H_{14}Cl_2O_4$	$C_6Cl_2(OCH_3)_3\cdot CO\cdot C_6H_5$
Derivati dell' 1-3-5-triossibenzoprotocatecone $C_6H_2\overbrace{(OH)_3}^{1-3-5}\cdot\overbrace{CO}^{1}\cdot C_6H_3\overbrace{(OH)_2}^{3-4}$				
Protocotoina	C. S.	141°-142°	$C_{16}H_{14}O_6$	$C_6H_2\overbrace{(OCH_3)_2(OH)}^{1-3-5}\cdot\overbrace{CO}^{1}\cdot C_6H_3\overbrace{(O_2CH_2)}^{3-4}$
Bibromoprotocotoina	C. S.	170°	$C_{16}H_{12}Br_2O_6$	$C_6Br_2(OCH_3)(OH)\cdot CO\cdot C_6H_3(O_2CH_2)$
Acetilprotocotoina	C. S.	103°	$C_{18}H_{16}O_7$	$C_6H_2(OCH_3)_2(O\cdot C_2H_3O)\cdot CO\cdot C_6H_3(O_2CH_2)$
Bromoacetilprotocotoina	C. S.	175°	$C_{18}H_{15}BrO_7$	$C_6HBr(OCH_3)_2(C_2H_3O_2)\cdot CO\cdot C_6H_3(O_2CH_2)$
Ossileucotina ossia *Metilprotocotoina*	I. H. C. S.	133°,5 134°-135°	$(C_{34}H_{32}O_{12})$ $C_{17}H_{16}O_6$	$C_6H_2\overbrace{(OCH_3)_3}^{1-3-5}\cdot\overbrace{CO}^{1}\cdot C_6H_3\overbrace{(O_2CH_2)}^{3-4}$
Bibromossileucotina Bromometilprotocotoina	I. H. C. S.	190°-192° ——	$(C_{34}H_{30}Br_2O_{12})$ $C_{17}H_{15}BrO_6$	$C_6HBr(OCH_3)_3\cdot CO\cdot C_6H_3(O_2CH_2)$
Tetrabromoossileucotina Bibromometilprotocotoina	I. H. C. S.	159° 159°	$(C_{34}H_{28}Br_4O_{12})$ $C_{17}H_{14}Br_2O_6$	$C_6Br_2(OCH_3)_3\cdot CO\cdot C_6H_3(O_2CH_2)$
Vanilloildimetilfloroglucina	C. S.	154°-154°,5	$C_{16}H_{16}O_6$	$C_6H_2\overbrace{(OCH_3)_2(OH)}^{1-3-5}\cdot\overbrace{CO}^{1}\cdot C_6H_3\overbrace{(OCH_3)(OH)}^{3-4}$
Diacetato corrispondente	C. S.	126°-127°	$C_{20}H_{20}O_8$	$C_6H_2(OCH_3)_2(C_2H_3O_2)\cdot CO\cdot C_6H_3(OCH_3)(C_2H_3O_2)$
Vanilloiltrimetilfloroglucina	C. S.	180°	$C_{17}H_{18}O_6$	$C_6H_2\overbrace{(OCH_3)_3}^{1-3-5}\cdot\overbrace{CO}^{1}\cdot C_6H_3\overbrace{(OCH_3)(OH)}^{3-4}$
Acetato corrispondente	C. S.	170°	$C_{19}H_{20}O_7$	$C_6H_2(OCH_3)_3\cdot CO\cdot C_6H_3(OCH_3)(C_2H_3O_2)$
Veratroiltrimetilfloroglucina	C. S.	157°	$C_{18}H_{20}O_6$	$C_6H_2\overbrace{(OCH_3)_3}^{1-3-5}\cdot\overbrace{CO}^{1}\cdot C_6H_3\overbrace{(OCH_3)_2}^{3-4}$
Composto bromurato	C. S.	144°	$C_{18}H_{19}BrO_6$	$C_6HBr(OCH_3)_3\cdot CO\cdot C_6H_3(OCH_3)_2$ (?)
Etere dimetilmonoetilico del triossibenzoprotocatecone	C. S.	150°-151°	$C_{17}H_{18}O_6$	$C_6H_2\overbrace{(OCH_3)_2(OH)}^{1-3-5}\cdot\overbrace{CO}^{1}\cdot C_6H_3\overbrace{(OC_2H_5)(OH)}^{3-4}$
Diacetato corrispondente	C. S.	118°	$C_{21}H_{22}O_8$	$C_6H_2(OCH_3)_2(C_2H_3O_2)\cdot CO\cdot C_6H_3(OC_2H_5)(C_2H_3O_2)$
Etere metiletilico del trimetossibenzoprotocatecone	C. S.	162°	$C_{19}H_{22}O_6$	$C_6H_2\overbrace{(OCH_3)_3}^{1-3-5}\cdot\overbrace{CO}^{1}\cdot C_6H_3\overbrace{(OC_2H_5)(OCH_3)}^{3-4}$

* I. H. indica Iobst e Hesse; C. S. indica Ciamician e Silber.

AZIONE DEL PENTACLORURO DI FOSFORO

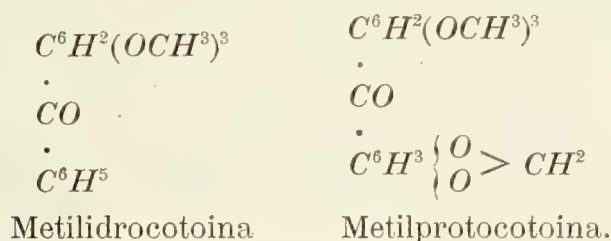
SULLA METILIDROCOTOINA E SULLA METILPROTOCOTOINA

NOTA

DI PIETRO BARTOLOTTI

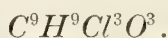
(Letta nella Seduta delli 27 Marzo 1892).

Ciamician e Silber (*) hanno trovato nell'idrocotoina del commercio una nuova sostanza, che essi hanno chiamato *protocotoina*, la quale per la sua costituzione chimica, dalla prima differisce soltanto per un gruppo biossimetilenico. Di questi due principii delle corteccie di *coto* gli stessi autori hanno preparato i rispettivi eteri metilici. Le relazioni fra questi eteri sono espresse dalle seguenti formule:

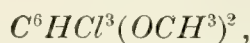
$C^6H^2(OCH^3)^3$	$C^6H^2(OCH^3)^3$
$\cdot$	$\cdot$
CO	CO
$\cdot$	$\cdot$
C^6H^5	$C^6H^3 \left\{ \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \right. > CH^2$
Metilidrocotoina	Metilprotocotoina.

Per lo studio della struttura chimica di queste sostanze è molto interessante il comportamento di esse col pentacloruro di fosforo. Infatti per l'azione del pentacloruro di fosforo sulla idrocotoina e sulla protocotoina, insieme ad altri prodotti secondari, s'ingenera lo stesso composto clorurato:

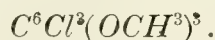
$$C^8H^7Cl^3O^2,$$

ed anche dai loro eteri metilici corrispondenti si ottiene un solo composto clorurato della formula:

$$C^9H^9Cl^3O^3.$$

(*) Berl. Ber. 24,2977. — Gazz. chim. 21,473.

I citati autori hanno emesso la ipotesi che questi due prodotti di decomposizione altro non sieno che eteri metilici di fenoli clorurati, ed hanno assegnato al primo la formula:

$$C^6HCl^3(OCH^3)^2,$$

ed al secondo la formula:

$$C^6Cl^3(OCH^3)^3.$$

Vale a dire mentre il primo sarebbe l'etere dimetilico di un biossibenzolo clorurato, il secondo invece sarebbe un triclorotrimetossilbenzolo.

Le mie ricerche hanno avuto per iscopo di determinare la struttura del secondo composto clorurato, e quindi la natura del fenolo contenuto nella idrocotoina e nella protocotoina.

Siccome tanto la metilidrocotoina, come la metilprotocotoina nel trattamento con pentacloruro di fosforo dànno lo stesso prodotto clorurato $C^9H^9Cl^3O^3$, così ho metilato la idrocotoina commerciale, la quale contiene una certa quantità di protocotoina. La metilazione fu eseguita a b. m. in un pallone con refrigerante a ricadere, congiunto ad una colonna di mercurio per aumentare la pressione nell' interno dell'apparecchio. Gr. 100 di idrocotoina commerciale furono aggiunti a gr. 32 di potassa caustica, sciolta in 250 c. c. di alcool metilico. Dopo completa soluzione e dopo raffreddamento si aggiunsero 100 gr. di joduro metilico, e si scaldò per 6 ore a b. m.. Compiuta la reazione, distillato l' alcool metilico e l' eccesso di joduro metilico, fu aggiunta acqua al residuo. Si ottiene così una poltiglia, che col tempo si solidifica. Il prodotto fu trattato con potassa, per asportare la idrocotoina e la protocotoina inalterata, poi cristallizzato dall' alcool. Questo prodotto fu scomposto a 20 gr. per volta con 120 gr. di pentacloruro di fosforo, scaldando la mescolanza in una storta fino a completa distillazione dell' ossicloruro di fosforo e del tricloruro, che nella reazione si formano. Trattato poi il distillato ed il residuo con acqua, i liquidi riuniti furono distillati a vapore. Da principio passano delle goccie di triclorotoluene $C^6H^5CCl^3$, poi passa in notevole quantità il composto clorurato $C^9H^9Cl^3O^3$.

Questo etere clorurato fu purificato facendolo cristallizzare alcune volte dall' alcool. Si presenta cristallizzato in minuti aghi, la cui soluzione alcoolica per raffreddamento si rapprende spesso in una massa semisolida bianchissima; i cristalli fondono a 130°-131°.

Che la formula di questo composto sia semplice, e non un multiplo, lo dimostra la seguente determinazione del suo peso molecolare, eseguita,

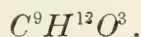
coll'apparecchio di Beckmann, in soluzione acetica:

Concentr.	Abbass.	Peso molecolare trovato	Calcolato per $C^9H^9Cl^3O^3$
1,2276	0°,17	281	271,5 .

Per determinare la natura chimica di questo composto ho tentato di eliminarvi il cloro per riduzione con sodio ed alcool, con la speranza di ottenere uno dei tre metossilbenzoli conosciuti.

Gr. 4 di sostanza furono disciolti in c.c. 200 di alcool assoluto in apparecchio a ricadere a b. m., poi si aggiunse a piccole porzioni del sodio fino a saturarne l'alcool. Fin dal principio della reazione il liquido s'intorbida per separazione di cloruro di sodio. Terminata la riduzione fu aggiunta acqua; si ottiene così un liquido leggiermente giallo, il quale fu distillato in corrente di vapore acqueo. Da principio passa l'alcool, poi sulle pareti del refrigerante comincia a depositarsi un corpo bianco, che distilla con grande facilità; esso in gran parte rimane sospeso nell'acqua distillata, la quale per raffreddamento depone quasi per intiero anche quelle piccole quantità, che tiene disciolte a caldo.

La sostanza distillata a vapore fu raccolta su filtro, poi cristallizzata dall'alcool acquoso. Da questo solvente alcune volte si separa sotto forma di gocce oleose, che poi si rapprendono in massa solida, ma precipitando cautamente con acqua la soluzione alcoolica calda si ottengono minuti cristallini splendenti e bianchissimi, che fondono a 52°,5. Il composto non contiene affatto cloro, è solubilissimo nell'alcool, etere, benzolo, etere acetico. È molto importante il suo modo di comportarsi con l'acido nitrico concentrato; trattato con questo reattivo si discioglie con bella colorazione azzurra; aggiungendo acqua si separa una sostanza solida del medesimo colore.

L'analisi dette numeri che conducono alla formula:

$$C^9H^{12}O^3 .$$

Gr. 0,1813 di sostanza fornirono gr. 0,4281 di CO^2 e gr. 0,1178 di H^2O.
In 100 parti:

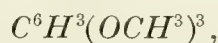
	trovato	calcolato per $C^9H^{12}O^3$
C	64,39	64,29
H	7,22	7,14 .

La grandezza molecolare fu determinata per mezzo della densità di vapore. La determinazione fu eseguita coll'apparecchio di W. Meyer, nei vapori di difenilammina, che bolle a 310°.

Gr. 0,1007 di sostanza spostarono 14,6 c. c. di aria, misurati alla temperatura di 10° e a 754 mm. di pressione. Su questi dati si calcola rispetto all'aria, presa per unità, la densità:

trovato	calcolato per la formula $C^9H^{12}O^3$
5,65	5,82.

Il cloro è stato adunque completamente sostituito dall' idrogeno, e il rendimento infatti è teorico; la formula di questo etere dovrebbe quindi essere:

$$C^6H^3(OCH^3)^3,$$

vale a dire sarebbe l'*etere trimetilico di un fenolo trivalente.*

Difatti la determinazione degli ossimetili, eseguita col metodo di Zeisel, fece conoscere la presenza di tre ossimetili nella molecola.

Gr. 0,1896 di sostanza fornirono gr. 0,7921 di *AgI.*

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C^6H^3(OCH^3)^3$
OCH^3	55,14	55,36.

Gli eteri trimetilici dei tre fenoli trivalenti sono stati studiati da W. Will (*), il quale ne riassume le proprietà nel seguente quadro:

	Trimetilfloroglucina	Trimetilossidrochinone	Trimetilpirogallolo
P.to di fusione	52°,5	liquido	47°
P.to di ebolliz.	256°	247°	235°,5
Contegno verso HNO^3 conc.	Colorazione azzurra della soluzione. Si separa una sostanza azzurra cristallina.	Colorazione rosso-arancio. Si separa un nitro-derivato bruno.	Colorazione rosso-arancio. Si separa una mescolanza cristallina gialla.

Come facilmente si vede, i caratteri dell' etere trimetilico da me ottenuto corrispondono perfettamente coll' etere trimetilico della floroglucina.

Sebbene queste coincidenze fossero sufficienti per caratterizzare l'etere da me ottenuto, pure ne fu preparato anche il composto bromurato, per vedere se anche esso coincideva colla tribromotrimetilfloroglucina di Will (**).

(*) Berl. Ber. 21,614.
(**) Berl. Ber. 21,603.

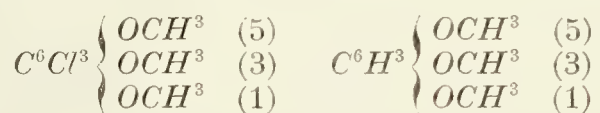
All' etere metilico, seccato nel vuoto in presenza di acido solforico, fu aggiunto un eccesso di bromo. La reazione è viva; lasciato svaporare l'alogeno non assorbito, rimane un residuo cristallino, che scolorato completamente con anidride solforosa, e fatto cristallizzare alcune volte dall'alcool, si presenta sotto forma di sottili aghi setacei, che dalla soluzione alcoolica spesso si rapprendono in massa semisolida, precisamente come nel caso dell'etere clorurato $C^9H^9Cl^3O^3$, al quale molto assomiglia nell'aspetto. Il bromo-derivato fonde a 145°, come quello di Will. Per maggiore sicurezza ne fu fatta anche una determinazione di bromo.

Gr. 0,1694 di sostanza fornirono gr. 0,2356 di $AgBr$.

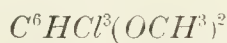
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C^9H^9Br^3O^3$
Br	59,15	59,26

I risultati di queste ricerche confermano adunque la supposizione già emessa da Ciamician e Silber, che cioè il composto clorurato ottenuto dalla metilidrocotoina e dalla metilprotocotoina altro non sia che l'etere trimetilico clorurato di un fenolo contenuto in quelle sostanze. Questo fenolo è trivalente, ed è la *floroglucina;* il composto clorurato da me ridotto con idrogeno nascente è quindi l'etere trimetilico della tricloroflo-roglucina. La sua struttura e quella dell'etere che ne deriva sono da rappresentarsi colle seguenti formule:

$$C^6Cl^3\begin{cases} OCH^3 & (5) \\ OCH^3 & (3) \\ OCH^3 & (1) \end{cases} \qquad C^6H^3\begin{cases} OCH^3 & (5) \\ OCH^3 & (3) \\ OCH^3 & (1) \end{cases}$$

Per conseguenza tanto la idrocotoina come la protocotoina devono essere considerate come *derivati dell'etere dimetilico della floroglucina.*

Il composto clorurato della formula

$$C^6HCl^3(OCH^3)^2$$

sarà certamente l'etere dimetilico della *triclororesorcina.*

Bologna, Laboratorio di Chimica Generale della R. Università; marzo 1892.

DI UNA
STRANA NEVROSI GASTRICA
IN UN' ISTERO-EPILETTICA

MEMORIA

DEL PROF. GIOVANNI BRUGNOLI

(Letta nella Seduta delli 10 Aprile 1892).

Fra gli argomenti che si riferiscono alla Patologia del sistema nervoso, i quali presi a studiare e discutere innanzi a Voi, Chiarissimi Colleghi, richiamo la vostra attenzione su quello delle Nevrosi gastriche ed in ispecie *sull' anoressia nervosa*, oggetto della *Memoria* che presentai fino nella Seduta del 30 Dicembre 1875, (1) ove dopo avere distinto la sensazione piacevole gustatoria che proviamo mangiando, in quella che si prova quando il cibo é trattenuto in bocca nell' atto della masticazione, ed in quella che si ha nell' atto della deglutizione, suggeritami dal vedere come alcuni buongustai trattengano a lungo in bocca il cibo masticandolo, mentre altri con grande fretta appena introdotto in bocca lo avallino, mi sembró doversi attribuire l' avversione di prendere alimento nelle due malate di cui riportai la circostanziata istoria, ad un pervertimento della sensazione gustatoria che si ha nell' atto del deglutire. In esse pure si rese palese che se in casi di nevrosi complessa si veggono individui, specialmente donne, che hanno tollerato a lungo digiuni protratti senza scadimento della nutrizione, però se si protrae a lungo la deficienza di nutrimento, e specialmente se il fenomeno nervoso é solo ed isolato, sopravviene la scomparsa dell' adipe, la denutrizione, l' anemia, l' indebolimento delle forze, l' inanizione, la morte, o la disposizione a contrarre malattie esaurienti, la tubercolosi e le tisi.

Nella storia che oggi presento e che intendo illustrare, la denutrizione che ha portato all' esito letale per marasmo e per inanizione non é stata prodotta dal non potere ingolare l'alimento, ma dal rimetterlo costantemente

---

(1) Vedi Serie III. T. VI. pag. 351.

dopo poco tempo ch' era stato deglutito e quando era finito il pasto e si direbbe la malata si era sufficientemente saziata. Il modo strano poi con cui era rimesso l' alimento preso, la serie di straordinari sintomi che vi seguivano, formano a mio avviso una istoria clinica che merita d' essere studiata.

Ma senza più altro preambolo vengo alla narrazione del caso.

La giovane R. che ne è il soggetto, conta precedenti ereditari assai sinistri. Nella linea paterna l' avola era istero-epilettica, venne poscia colta da emorragia cerebrale, alquanti anni visse emiplegica ed in questo tempo non mancarono gli accessi epilettici gravi e ripetuti, seguiti spesso da periodo di delirio non passeggiero; il padre di tempra assai eccitabile ebbe disturbi di stomaco non bene definiti; sembra pure che nel sonno abbia scosse muscolari generali ripetute ed inavvertite, le quali lo lasciano assai spossato e tutto indolenzito; soffre di spesso di reumatismi muscolari diffusi di lento corso, ed ha avuto ed ha ancora di presente sintomi imponenti di sternocardia, sebbene nulla accenni ad una lenta endoaortite od a vizio cardiaco. Nella linea materna pure prevale alquanto il nervosismo e la tendenza all' obesità. La giovane R. è l' ultima di una figliuolanza di due maschi e quattro femmine, uno di quelli morto adolescente per meningite tubercolare, le femmine sono tutte dotate di temperamento nervoso, una soffre di coliche isteriche assai forti ad ogni periodo mestruale, altra ebbe accessi di eclampsia nella infanzia, e la maggiore specialmente ha presentato stranezze di anoressia prolungate senza scadere nella nutrizione, cardiopalmo, tossi nervose ed altri sintomi riferibili ad irritazione del vago, complesso di sintomi che si è ripetuto di tratto in tratto e che si amansa ed anche si dissipa dietro ripetute gravidanze.

Nulla che bene si conosca e mi rammenti è da notare, relativamente ai primi anni di vita della giovane R. Se non che di tratto in tratto ebbe qualche accesso di convulsione, e fu di sviluppo assai tardivo; superò felicemente i mali dell' infanzia e se tardo fu lo sviluppo del corpo tardissimo assai lo sviluppo intellettuale e rimase in un certo grado di stupidità. Ad una conveniente età contemporaneamente ad altre sorelle venne posta in Collegio e niun altro rilevante cambiamento venne notato se non che dopo avere superato una grave febbre tifoide, lo sviluppo fisico del corpo migliorò d' assai, ed anche l' intelligenza parve farsi alquanto viva ed apprendeva gli insegnamenti ricevuti lentamente ma a sufficienza. Non mancarono sebbene di rado gli accessi convulsivi.

Di mala voglia usci dal Collegio, ma ben presto si adattò alla vita di famiglia, si mostrò assai buona, di carattere ingenuo, ed appassionata lavoratrice in ispecie in gentili ricami predisposti e regolati dalle sorelle, alla materiale esecuzione de' quali si dava con una sorprendente assiduità. Il fisico prese un regolare sviluppo e la nutrizione si fece florida ed assai

pingue, ebbe l'aspetto di buona salute quantunque cosí scarsa quantitá di cibo usasse da doverne fare meraviglia; nulla di rimarco ebbe il periodo della pubertá, la mestruazione si presentó ad epoca normale, ma é stata sempre assai scarsa. L'intelligenza peró risultava assai limitata, taciturna assisteva ai conversari delle sorelle, delle amiche, della famiglia ed era tanto apatica che niuno le indirizzava il discorso, ed essa non vi prendeva parte e si riteneva che avesse un certo grado di stupidezza.

Nella estate 1889 due sorelle erano giá spose, la terza fidanzata; anche alla R. che giá contava 24 anni, venne fatta proposta di matrimonio con un giovane assai distinto, che da molti anni frequentava la famiglia e che vi era accolto con benevolenza: proposta accettata, e la nuova fidanzata ebbe le congratulazioni dei parenti e degli amici e la coppia si mostró allegra e contenta, preparando progetti e disponendo per lo avvenire del loro connubio, che non si sarebbe effettuato che dopo un tempo forse non breve, e non determinato.

Dopo questo avvenimento il cambiamento del carattere e della intellettuale svegliatezza della giovane fu tanto grande che tutti ne fecero le piú grandi meraviglie; non era piú quella di prima, si mostró donna di molto spirito, franca, ed era essa che consigliava e dava regole al fidanzato, e nella conversazione non era seconda alle altre compagne nel tenerla animata. Peró é stata sempre notevole la scarsitá dell'alimento ch'essa prendeva in relazione della florida nutrizione che presentava; asseriva che dopo poco cibo preso le sopravveniva tale avversione a continuare a mandarlo giú sebbene lo gustasse, la quale non poteva superare; e qualche volta lo doveva restituire ancora.

Il fenomeno caratteristico costante che ha predominato in tutta quanta la fase della malattia e che é riuscito il precipuo fattore dell' esito letale, è stato il rimettere l' alimento poco dopo averlo inghiottito, ed all'anoressia antecedente sostituirsi una rimarchevole appetenza, un bisogno, un'aviditá grande di molto cibo anche grossolano e di molta bevanda.

Incominció forte e marcato alla metá del Dicembre successivo (1889) e la malata ne designava con esatto rimarco il giorno 13: data, che fu sempre da essa tenuta d'occhio nella speranza, che aveva, che in un anniversario sarebbe cessata affatto la sua malattia. Speranza che le venne sempre avvalorata confidando in un benefico risultato di autosuggestione.

Questo rimettere dell'alimento poco dopo essere stato deglutito, al quale mi sembra non si possa dare il nome di vomito, aveva pure tutti quanti i caratteri che alcuni patologi hanno assegnato al vomito dell' isterismo; ed infatti esso avveniva senza il senso o nausea di ambascia che sempre accompagna il vomito ordinario; si effettuava a poco a poco ed a bocconate, cosí che il rimettere durava circa tanto tempo quanto era durato il

pasto. Da questa rejezione dell'alimento, la malata non era disgustata, vi assisteva colla massima indifferenza, conversando, ridendo ancora e sembrava che il ritorno del cibo alla bocca le portasse una non dispiacevole impressione. Difatti moltissime volte quando la signorina era in villeggiatura amava di passeggiare in tale emergenza. Gli alimenti rigettati non avevano assunto odore acre, nè in essi si scorgeva la menoma trasformazione digestiva, e fu osservato in più incontri il cane, le galline, i gatti esserne assai avidi e attenderla e seguirla in quelle passeggiate. Gli alimenti facevano ritorno all'inverso di quanto erano stati deglutiti; i primi entrati erano gli ultimi ad uscire e più volte udii la paziente annunziare prossima la fine della rejezione dal sentire arrivare il sapore della minestra, ch'era stata prima ad essere mangiata. Inoltre mancavano gli sforzi le contrazioni muscolari delle pareti addominali e degli altri muscoli che concorrono ad effettuare il vomito; e solamente ciò avveniva quando era presso la fine e tutto quanto era stato introdotto era stato espulso: si può dire che formava la chiusura della triste scena a cui si aggiungeva che l'ultimo rigetto dava una molesta sensazione nella bocca, ed era composto di succhi gastrici e talvolta anche biliosi.

Finito questo rejetto insorgeva un forte singulto talvolta accompagnato da un urlo che si sentiva bene a distanza, e spesso con sforzi tali da non reggere e la si vedeva cadere in deliquio. Questo singhiozzo variava d'intensità e durata, alcune volte continuava per pochi minuti, altre e solo dopo il pasto del pranzo si prolungava per ore ed ore; e fu assai notevole e per moltissimo tempo che ogni quarto giorno era di tale intensità da incutere serio timore per gli sforzi inauditi, le grida, l'agitazione da cui era accompagnato e finiva ancora in uno stato di assopimento con moti convulsivi, il quale era però di assai breve durata. L'accesso di singhiozzo assai intenso si presentò ancora all'applicazione delle docciature, le quali sulle prime erano bene tollerate e non seguite da alcuna molestia, ma poi l'accesso fu tale e di tanta forza da dovere abbandonare quella cura, nella quale anche la malata poneva grande fiducia di guarigione.

All'accesso di singhiozzo intenso sopravvenuto dopo il pasto del pranzo, talvolta ed anche per un certo tempo continuato ogni giorno, seguiva o sostituiva un borborigmo estremamente rumoroso che si sentiva fino nelle annesse camere, ed alla distanza di 10 a 12 metri, sembrava il rumore prodotto dallo scarico di una biroccia di grossi sassi; quei rumori erano ritmici ed avevano un che di va e vieni di grosso gorgoglio portandosi successivamente da destra a sinistra e da sinistra a destra.

Ebbe sempre notevole stitichezza, passavano i 10, i 15 giorni che non aveva scariche alvine, le quali formate di poche sibale pecorine, soltanto avvenivano dietro l'amministrazione di purgativi o di clisteri; e questi ul-

timi non erano affatto tollerati, perché immediatamente restituiti e producendo intensi dolori. E tali pure riuscirono i clisteri nutrienti con peptoni od altro, dati al fine di sopperire alla deficienza di alimentazione, per cui fu forza rinunziare affatto a questo espediente curativo. Il restringimento spasmodico degli intestini non solamente si manifestó coi rumorosi borborigmi or ora descritti, ma limitato ad una porzione e non passeggiero formando delle bozze a guisa di falsi tumori costituiti da gas, i quali dopo qualche ora svanivano affatto.

Altro sintoma nervoso che diede grave molestia é stato un accesso di tosse spasmodica ferrina che ha durato circa per due mesi, presentandosi ogni mattina allo svegliarsi assai per tempo e durando circa due ore, ribelle ad ogni tentata terapeutica, e che cessó spontaneamente.

Diversi punti dolorosi si riscontravano sul suo corpo, assai rimarchevoli e con tutti i caratteri delle zone isterogene cosí designate dal Charcot: quello alla regione lombare era sulla prima apofisi; la sensibilità vi era assai esagerata ed il dolore a tratti a tratti la molestava; cosí pure alle regioni ovariche e specialmente a sinistra ove la compressione che talvolta fu tentata per far cessare alcuno degli accessi descritti portó l'accesso istero-epilettico.

Non rimanendo l' alimento nello stomaco e non essendovi digerito doveva mancare l' assimilazione alimentare e quindi seguirne decadimento della nutrizione; ma il decadimento generale per alquanti mesi fu assai lieve e non ci potevamo dar ragione come senza nulla affatto trattenere di cibo o bevanda conservasse una sufficiente buona e vegeta nutrizione. Fatto peró da attribuirsi ai misteri dell' isterismo, verificatosi in molti casi di protratti digiuni e di anoressie nervose. Continuando lo stesso sintoma della rejezione del cibo incominció a mancare la mestruazione, ad avvizzire alquanto il petto, a rendersi assai palese la denutrizione generale, specialmente a spogliarsi del grasso i muscoli e quelli del collo in modo particolare da vederli bene delineati e da cambiarle la fisionomia. Ed in progresso la denutrizione sempre più rapidamente aumentó da sembrare un vero scheletro coperto di pelle. Con tanto depauperamento di carni fu notevole come si conservassero le forze muscolari; essa si alzava di buon mattino e quasi tutto il giorno la vedevi in piedi passando da una camera ad un' altra, e soltanto due settimane prima della morte si ridusse ad un tratto obbligata al letto.

Se prima dello sviluppo della nevrosi gastrica del rigetto degli alimenti vi fu anoressia e grande inappetenza quasi abituali, quando quella incominció, l'appetenza e la fame crebbero a dismisura da costituire una vera bulimia. Otto, dieci pasti al giorno si facevano da essa, ed assai abbondanti e di cibi anche grossolani e mangiava gustandoli assai, avida che non

le mancassero quelli che più prediligeva; la quantità di cocomero che gustò alla adatta stagione non è calcolabile. Anche di pane e di insalate non era sazia così presto, e ne consumava in alcune epoche nella giornata tanta quantità quanta avrebbe bastato per otto o dieci persone di campagna. Era pure assai portata pei dolci, ed ogni giorno ne aveva abbondantissima messe; e quantunque sapesse che appena finito il pasto, lo doveva rimettere, ciò non le dava pensiero, giacché quell'atto di rejezione non le riusciva, come già dissi, affatto molesto e penoso.

Quando le cose volgevano già a triste fine e già vedevamo perduta ogni speranza di salute, cessò il rejetto del cibo, questo rimase nello stomaco, e venne digerito; ma alla straordinaria appetenza, alla bulimia, durata pur oltre due anni, successe di nuovo l'anoressia e così marcata da non potere continuare affatto di prendere il cibo desiderato, o le pozioni nutritive apprestatele, e così sotto altra forma venne a mancare il necessario alimento e l'opera di distruzione fu completa.

A quest' opera si aggiunse pure l'azione di febbri vespertine eratiche, le quali vennero ad aggravare i sospetti di tubercolosi e a confermare la prognosi infausta. Un accesso istero-epilettico fu l'accidente terminale che le troncò la vita.

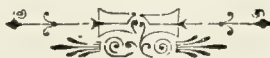
Un altro strano avvenimento, circa dopo un anno di malattia, incominciò a mostrarsi, e questo fu la carie di tutti i denti delle due mascelle senza che si bucassero; l'erosione dentaria si presentò superficiale sul dente, ed a poco a poco si estese, e distrusse tutta quanta la parte del dente non coperta dalla gengiva; ed Essa rimase affatto priva di denti senza che si accorgesse che se ne staccassero rilevanti pezzetti, e parve fossero disciolti da un agente corrodente. Sarà stata causa di ciò la gran copia di materie zuccherine di cui si cibava e che si sa che tanta parte hanno nel produrre la carie dentaria? Ovvero l' azione del succo gastrico il quale in fine della reiezione del cibo preso veniva rimesso intatto e separato dagli altri materiali reietti passando sullo smalto dei denti ed attaccandolo? La potenza dissolvente del succo gastrico, non temprata dall' alcalinità del sangue, ben conosciuta per tanti altri fatti fisiologici e patologici mi fanno propendere per questa ultima causa.

Assai lunga riuscirebbe la enumerazione delle molte e svariate medicature che furono messe in opra all' effetto di vincere questa così strana nevrosi. E calmanti ed eccitanti nervini, risolventi di ogni specie, bagni, bagni medicati alcalini e solforosi, cambiamento di clima, ipnotismo ecc. In genere si può affermare che le medicature sembravano esacerbare il male, e quantunque la malata vivamente desiderasse di prendere medicine, e con regola seguisse le prescrizioni terapeutiche e lamentasse se ne era lasciata senza, pure niun buon effetto mai si poté ottenere e si fu costretti

a lasciarle od a cambiar medicine. Soltanto la cura elettrica fatta colla piccola macchina, od apparato volta faradico ad uso medico di Gaiffe per qualche tempo é riuscita a troncare l' accesso di singulto. Ed i farmaci somministrati producevano le loro azioni fisiologiche anche se introdotti per la via dello stomaco: l' oppio, la belladonna, l' atropina, la digitale, il calomelano, i purgativi salini e l' aloe davano i loro effetti fisiologici, e specialmente fu notevole l' amministrazione del tartaro emetico, la quale produsse un vero vomito, che la malata dichiaró essere stato un atto ben differente da quello con cui rigettava il cibo mangiato, e che ho superiormente descritto, fu accompagnato da molta nausea dall' ordinario malessere e da molti sforzi e contrazioni muscolari, mentre quel rigetto morboso, come dissi, per nulla la disturbava e non ne risentiva disgusto e pena alcuna.

Tutto l' insieme delle circostanze di questa storia clinica, la durata della malattia e le varie fasi che ha avuto, stanno appunto ad indicare che siasi trattato di una nevrosi; e l'esame più attento e ripetutamente da me fatto, come anche dagli illustri medici i Professori Colleghi Roncati e Cantalamessa ci ha fatto escludere che esistesse una alterazione organica allo stomaco.

Il fatto di rimanere per qualche tempo il cibo nello stomaco e non esservi digerito né minimamente cambiato dal succo gastrico, l'essere rejetto senza sforzi ed a poco a poco come ho descritto, mi sembra non possa essere pienamente spiegato dall' ammettere uno stringimento spasmodico del piloro, il pilorismo isterico di Axenfeld. Tuttavia quando i fatti morbosi giunsero a farsi minacciosi per la vita della malata non si mancó di mettere in discussione la proposta di una laparatomia, almeno esplorativa, per venire, al caso, o alla divulsione digitale del piloro, od anche ad un' ovariotomia, considerato ancora come un' alta operazione chirurgica abbia talvolta troncata una nevrosi che si era mostrata ribelle a molti e svariati presidi. Ma la malata e la famiglia si opposero risolutamente all' attuazione di questo progetto.

Questa istoria quantunque per diverse circostanze sia mancante di molti dati pure mi sembra che presenti fatti assai importanti degni di studio e di illustrazione e che quindi essa meriti di essere registrata.

INTORNO ALL' AZIONE

DEL

MAGNETISMO ORDINARIO SUL TRASVERSALE

STUDIATA NEL FERRO E NELL' ACCIAIO

NOTA

DEL PROF. EMILIO VILLARI

(Letta nella Sessione del 14 Febbraio 1892).

È noto che una corrente elettrica, nel passare lungo un filo od asta di ferro o di acciaio, li magnetizza trasversalmente. Io osservai nel 1865 (1), che riunendo tali aste, state così magnetizzate, col galvanometro e percuotendole vigorosamente, vi si svolgeva una corrente della medesima direzione della primitiva, dovuta alla smagnetizzazione trasversale del ferro, e tale corrente chiamai *meccanica*, o di *scuotimento*.

Questo fenomeno fu in seguito ristudiato da me (2) e da altri ancora; ed ultimamente Silvanus Thompson (3), riferendosi a queste mie ricerche, fa notare che una spirale di filo di ferro, stata percorsa da una corrente, ne svolge un' altra nel medesimo verso, se viene magnetizzata da una spirale di rame esterna.

La cagione di questa corrente, come bene osserva il Thompson, è quella stessa della corrente meccanica, la prima volta osservate da me.

In seguito a ciò ho ripreso i miei studi sulla corrente di scuotimento; e per produrla su un' asta di ferro, invece di batterla con un corpo duro, come feceva altra volta, l' ho magnetizzata con una spirale di rame; ed in questa nota esporrò i risultati delle mie ricerche.

L' apparecchio adoperato fu modificato successivamente nelle varie indagini. Nelle prime ricerche esso consisteva in un tubo di ferro, lungo 80

---

(1) Villari. — Ueber die Aenderung ecc. Pogg Ann. Bd. 126 p. 86 e Nuovo Cimento 1865.
(2) Villari. — Intorno al magnetismo trasversale ecc., Nuovo Cimento 1868.
(3) Thompson. — Proceedings of the Royal Society, avril 1891.

o 90 cm. e di 2 o più cm. di diametro, disposto internamente ad una grande spirale di filo di rame di circa 3 mm., avvolto in molti strati su di un rocchetto lungo 80 cm. Un galvanometro a specchio Wiedmann o Thomson, secondo il bisogno, si riuniva al tubo per misurare la corrente, ed era situato a 9 m. circa dalla spirale, per non esserne direttamente influenzato. Furono, inoltre, usate tutte le necessarie diligenze per evitare le azioni perturbatrici; e di ciò m' assicurai con osservazioni preliminari.

Così disposto l' apparato, feci pel tubo passare una corrente di 4 el: Bunsen, (modello comune) che interruppi 20 volte, per magnetizzarlo il meglio possibile. Quindi riunii il tubo al galvanometro, e la spirale alla pila; ed osservai che alla sua chiusura ed interruzione si produceva una corrente nel tubo.

Furono così fatte molte esperienze; e notai che il tubo, dopo essere stato percorso dalla corrente della pila, dava luogo, alla prima chiusura della spirale esterna, ad una forte corrente indotta, nella stessa direzione della primitiva, e rispondente ad una diminuzione del suo magnetismo trasversale residuo. Alla interruzione si produceva, del pari, una diminuzione del magnetismo residuo, però assai meno spiccata della precedente.

La corrente della spirale, pel suo potere magnetizzante, opera sul ferro come uno scuotimento molecolare, onde il suo magnetismo residuo scema: la corrente che vi si desta è analoga a quella di scuotimento, detta di sopra, e che chiameremo perciò corrente *magneto-meccanica.*

In seguito, e per le interruzioni e chiusure della corrente magnetizzante, mostravasi, come un 2° periodo del magnetismo trasversale; nel quale la sua intensità oscillava intorno un valore costante, per le successive chiusure ed interruzioni della spirale esterna magnetizzante. Quelle variazioni però erano manifestate da deviazioni galvanometriche così esigue, che i risultati ottenuti non erano del tutto privi di incertezze.

Per rendere le correnti magneto-meccaniche più energiche feci tesoro di una mia antica osservazione. Avevo notato, che sebbene il tubo si magnetizzi trasversalmente per una corrente che lo percorra longitudinalmente, pure esso si magnetizza più fortemente se la medesima corrente vada lungo un filo isolato e teso nell' interno del tubo. Per contro, il tubo non patisce, presso che, alcuna influenza quando la corrente passi per lo stesso filo teso esternamente ad esso. Onde mi venne in pensiero di costruire coi tubi come delle calamite longitudinali, avvolgendo a replicati giri un filo di rame isolato, in modo da passare nell' interno del tubo, poi all' esterno, quindi di nuovo all' interno, e così di seguito. In tal modo, sia l' azione magnetizzante della corrente lungitudinale sul tubo, sia l' induzione di questo sul filo, deve accrescersi col numero dei giri, esercitandosi solo dalla parte e sulla parte interna, e non già esterna del filo.

Perciò l'apparato fu modificato lievemente, ed al tubo semplice precedente ne sostituii un altro avvolto longitudinalmente con 10 a 12 giri di filo di rame isolato a doppio rivestimento, che penetrando per l'interno del tubo si ripiegava all'esterno e così di seguito. Interrompevo più volte la corrente magnetizzante, che passava pel filo, prima di ogni nuova serie di misure, perchè mi parve che il magnetismo s'accrescesse un poco alle prime chiusure ed interruzioni della corrente che lo produceva.

Per la più facile intelligenza dei fenomeni che descriverò ho adottato, per indicare la polarità dei tubi e la direzione della corrente interna ad essi, le figure schematiche seguenti

S ——>—— *N*; *S* ——<—— *N*; *N* ——>—— *S*; *N* ——<—— *S*.

Nel modo su indicato furono eseguite molte esperienze, ed alcuni dei risultati ottenuti sono qui di sotto trascritti:

Azione del Magnetismo Ordinario sul Trasversale Residuo.
La corrente per la spirale esterna si

	Chiude		Interrompe
		S ——<—— N	
1	+ ∞		— 105
2	+ 205		— 94
3	+ 120		— 83
44	+ 55		— 55
45	+ 55		— 55
		S ——>—— N	
1	— ∞		+ 71
2	— 190		+ 61
3	— 100		+ 51
44	— 32		+ 26
45	— 31		— 25
		N ——>—— S	
1	— ∞		+ 105
2	— 205		+ 90
3	— 123		+ 80
44	— 54		+ 50
45	— 54		+ 50
		N ——<—— S	
1	+ ∞		— 73
2	+ 185		— 64
3	+ 95		— 54
44	+ 24		— 28
45	+ 24		— 26

Dalle precedenti osservazioni, e da molte altre simili, si ricava che, dopo di avere interrotta la spirale longitudinale magnetizzante, le prime chiusure della spirale esterna ordinaria producono nel filo che avvolge longitudinale il tubo una energica induzione, rispondente ad una forte diminuzione del suo magnetismo trasversale residuo, dando luogo ad un 1.° *Periodo* del fenomeno. Per le successive chiusure ed interruzioni, di detta spirale esterna, il magnetismo trasversale va continuamente declinando, e con esso le sue variazioni, fino ad un minimo, oltre il quale le ulteriori chiusure lo diminuiscono di tanto di quante le interruzioni lo aumentano: e si ha così un 2.° *Periodo*. Coteste indicazioni sono affatto indipendenti dalla direzione della corrente nel tubo e dalla polarità della spirale esterna; ossia dalla direzione del magnetismo sì trasversale che ordinario del tubo.

È, poi, evidente che le deviazioni galvanometriche osservate non possono ascriversi ad induzioni perturbatrici, perchè le deviazioni s' invertono tutte le volte che s' inverte nel tubo il magnetismo trasversale residuo, pur rimanendo invariata la direzione della corrente nella spirale estena.

Intorno al primo periodo feci molte esperienze per determinare se l' intensità della demagnetizzazione trasversale dipendesse, in alcuna maniera, dalla direzione della corrente magnetizzante esterna; ma mi parve, non vi avesse alcuna influenza.

E, riassumendo questa prima parte, potremo dire che l' azione della magnetizzazione ordinaria sul magnetismo trasversale residuo di un tubo di ferro è duplice, e dà luogo a due periodi distinti:

Nel 1.° Periodo, la prima o le prime chiusure ed interruzioni della spirale esterna producono una energica diminuzione del magnetismo residuo trasversale del tubo.

Nel 2.° Periodo, che si raggiunge dopo diverse chiusure ed interruzioni della corrente per la spirale esterna, il momento magnetico trasversale residuo oscilla intorno ad un valore minimo costante, in maniera che esso decresce per la chiusura della corrente esterna, e di altrettanto aumenta per la sua interruzione.

La spiegazione di questi fenomeni è molto facile. L' azione della corrente magnetizzante esterna opera in due modi diversi. Nel primo, essa corrente esterna, per orientare le molecole magnetiche del ferro nel senso longitudinale od ordinario, produce, con le sue prime chiusure ed interruzioni, un vero e proprio scuotimento meccanico, onde le molecole, quasi il tubo fosse batutto, seguono le forze molecolari proprie e ritornano verso la loro posizione ordinaria; il tubo perde gran parte del suo magnetismo trasversale residuo, e si ha il primo periodo. In seguito, le molecole hanno preso una posizione più o meno definitiva: la chiusura della corrente esterna ne piega gli assi, verso una orientazione longitudinale,

ed il magnetismo trasversale decresce. Per l'interruzione della stessa corrente, le molecole, per elasticità, ritornano verso la posizione di equilibrio, ed il magnetismo trasversale si accresce. Esso, così, oscilla invariabilmente intorno un valore costante, e si ha il 2.° Periodo. Ed è vero altresì che questa azione orientatrice della corrente esterna deve un poco influire sul 1.° Periodo.

Che realmente l'azione della spirale esterna sia di dirigere gli assi delle molecole longitudinalmente, allontanandole dalla posizione presa pel magnetismo trasversale, è cosa evidente; ed è del pari evidente l'interpretazione del secondo periodo. Che l'azione, poi, dovuta alle prime chiusure ed interruzione della corrente esterna sia simile ad uno scuotimento risulta confermata dal fatto, che l'azione scuotente della spirale può essere sostituita, in parte od in tutto, da un reale scuotimento meccanico del tubo stato magnetizzato trasversalmente. E per viemeglio dimostrare ciò ho disposto il tubo, involto da una spirale longitudinale, nella solita spirale esterna; e con esso ho fatto tre specie di esperienze.

1.° Magnetizzai il tubo con la spirale longitudinale, e poi la riunii al galvanometro: quindi battei vigorosamente e rapidamente il tubo con un corpo duro ed ottenni, in tre misure ripetute in identiche condizioni, le deviazioni indicate nella colonna I della tabella seguente. Il tubo, prima di essere battuto, fu, ciascuna volta, magnetizzato trasversalmente con la spirale longitudinale.

2.° Dopo ognuna delle osservazioni precedenti, e senza rimagnetizzare il tubo con la spirale lungitudinale, inviai la corrente nella spirale esterna; e si produsse, così, una corrente magneto-meccanica indicata dalle deviazioni trascritte nella colonna II.

3.° Finalmente, in una terza serie di esperienze, magnetizzavo di nuovo il tubo con la spirale longitudinale, riunivo questa al galvanometro, e poscia chiudevo la spirale ordinaria esterna: ed ottenni le deviazioni indicate nella III colonna, relative alla corrente magneto-meccanica completa. Ecco questi dati

CORRENTE			
I	II	III	IV
Meccanica	Magneto-meccanica dopo battuto il tubo	Magneto-meccanica	Deviazioni Somme I + II
45	126	177	171
54	119	176	173
41	127	178	168

Da ciò si deduce 1.° che lo scuotimento meccanico produce una corrente, colonna I, per la demagnetizzazione trasversale: 2.° che la magnetizzazione ordinaria del tubo, eccitata dopo lo scuotimento, vi svolge una debole corrente, colonna II, la quale è tanto più debole quanto più vigorosa fu quella dovuta allo scuotimento precedente; 3.° che la magnetizza-

zione ordinaria eccitata nel tubo, senza scuotimento preventivo, vi svolge una corrente assai più vigorosa, colonna III; 4.° che la somma dei singoli valori delle due colonne I e II sono quasi eguali a quelli registrati nella III. Perciò bisogna ammettere che realmente la prima magnetizzazione ordinaria del tubo equivale ad uno scuotimento meccanico, e può anche sostituirlo.

Altre ricerche furono, in seguito, praticate per determinare l'azione della magnetizzazione ordinaria sul magnetismo trasversale temporaneo del ferro, indottovi da una spirale longitudinale in permanente attività. Presi, perciò, una canna di ferro incrudita di 3,5 cm. di diametro e lunga 85 cm.; vi avvolsi longitudinalmente, come al solito, dentro e fuori due fili di rame isolati separati e distinti in due spirali, una di 15 giri e l'altra di 1 solo giro. Introdussi questo tubo nella grande spirale, e riunii quella longitudinale di 15 giri col galvanometro Wiedmann, reso poco sensibile (le sue spirali erano lontane dallo specchietto) per le troppo energiche correnti prodotte in queste esperienze. L'altra spirale longitudinale, di 1 solo giro, riunii stabilmente con 1 elemento Bunsen, che magnetizzava trasversalmente e stabilmente il tubo. In seguito chiudevo ed interrompevo, man mano, la corrente per la spirale esterna che, magnetizzando il tubo nel senso ordinario vi modificava il magnetismo trasversale, ed induceva corrente nella spirale longitudinale di 15 giri unita al galvanometro. Ad ogni nuova serie di osservazione la corrente per la spirale longitudinale veniva invertita. Ecco alcuni dei risultati delle molte esperienze eseguite.

Azione della magnetizzazione ordinaria
sul magnetismo trasversale temporaneo.
La spirale esterna si

	Chiude		Interrompe
		N ——<—— S	
1	— 38		— 23
2	+ 15		— 23
12	+ 30		— 23
13	+ 23		— 22
		N ——>—— S	
1	+ 38		+ 25
2	— 15		+ 25
12	— 28		+ 24
13	— 22		+ 25
		S ——<—— N	
1	— 41		— 25
2	+ 16		— 25
12	+ 30		— 24
13	+ 22		— 25
		S ——>—— N	
1	+ 37		+ 24
2	— 15		+ 23
12	— 24		+ 22
13	— 23		+ 23

Dai dati precedenti si rileva, che alla prima chiusura della spirale esterna si ha una deviazione del galvanometro, che risponde ad un aumento del magnetismo temporaneo del tubo: ed esso aumento, che costituisce il 1° Periodo, si verifica qualunque sia la direzione del magnetismo temporaneo e della corrente esterna. Quindi, colle successive interruzioni e chiusure della corrente esterna si stabilisce un 2° periodo; nel quale le chiusure di essa corrente esterna decrescono il magnetismo trasversale temporaneo, e di altrettanto lo accrescono le sue interruzioni; oscillando cosi, il magnetismo del tubo, intorno ad un valore costante. Questo secondo periodo é, del pari, indipendente dalla direzione del magnetismo trasversale ed ordinario.

La spiegazione di questi fenomeni, analoghi ai precedenti, é semplicissima. Per la debole azione della spirale longitudinale magnetizzante, di 1 solo giro, e con debole corrente, una Bunsen, le molecole del ferro sonosi poco piegate, per l' attrito, all' azione di essa spirale. All' agire della corrente energica nella spirale esterna si produce un forte scuotimento nel ferro, e le sue molecole si piegano meglio, pel diminuito attrito, all' efficacia della spirale longitudinale, onde il magnetismo trasversale temporaneo del ferro s' accresce. Lo stesso avverrebbe battendo il tubo con un corpo duro, o comunque scuotendolo. Il 2° periodo poi è identico a quello relativo al magnetismo trasversale residuo, detto di sopra, e si spiega alla medesima maniera.

Se, peró, la spirale longitudinale magnetizzante fosse molto efficace, formata di molti giri, il primo periodo diventerebbe assai meno spiccato e quasi sparirebbe, come si vede dai numeri seguenti, ottenuti con lo stesso tubo di ferro di 3,5 cm. avvolto da due spirali longitudinali di 12 giri ciascuna, una unita al galvanometro e l' altra ad un elemento Bunsen.

Azione della magnetizzazione ordinaria
sul magnetismo trasverso temporaneo.
La spirale esterna si

Chiude		Interrompe
	S ——<—— N	
1 + 30		— 43
2 + 41		— 43
12 + 43		— 42
13 + 42		— 43
	S ——>—— N	
1 — 30		+ 43
2 — 40		+ 43
12 — 40		+ 42
13 — 40		+ 43
	N ——<—— S	
1 + 30		— 42
2 + 43		— 41
12 + 43		— 41
13 + 43		— 42
	N ——>—— S	
1 — 28		+ 45
2 — 40		+ 45
12 — 41		+ 44
13 — 41		+ 45

Questi numeri mostrano che il primo periodo é quasi affatto scomparso. La spirale magnetizzante longitudinale di 12 giri ha, quasi del tutto, piegate le molecole trasversalmente: la prima chiusura della corrente esterna ha prodotto, soltanto, una diminuzione di magnetismo un poco minore delle successive chiusure, accennando così al 1° periodo; nel quale si sarebbe dovuto verificare, invece, un aumento di magnetismo.

Per la medesima ragione accade, che in un tubo di ferro ben ricotto il 1° Periodo quasi manca del tutto, ancora che esso sia debolmente magnetizzato per trasverso con una spirale longitudiuale di un solo giro. In esso, perché ricotto, le molecole si piegano più facilmente all' azione, anche debole, della spirale, e la prima chiusura della corrente esterna produce un effetto poco diverso di quello delle successive chiusure. Lo che si rileva dai dati seguenti, ottenuti con un tubo di ferro di 3 cm., ricotto e magnetizzato da una spirale longitudinale di un solo giro, ed attivata da un solo el: Bunsen.

Azione della magnetizzazione ordinaria
sul magnetismo trasversale temporaneo.
La spirale esterna si

Chiude		Interrompe
	S ——>—— N	
— 35		+ 55
— 53		+ 51
— 51		+ 52
	S ——<—— N	
+ 40		— 55
+ 53		— 55
	N ——<—— S	
+ 45		— 52
+ 55		— 53
	N ——>—— S	
— 40		+ 56
— 53		+ 56
— 55		+ 55

Dalle quali cose noi possiamo asserire, che il primo periodo può, per diverse cagioni manifestarsi più o meno nettamente, a seconda della natura del ferro e del potere magnetizzante della spirale longitudinale. Il 2° periodo si manifesta sempre netto e distinto, ed è dovuto ad un' azione specifica della corrente magnetizzante esterna.

§ III. *Acciaio.* — Esperienze analoghe alle precedenti volli eseguire sullo acciaio. Adoperai, in principio, un' asta di acciaio temperata lunga 85 cm. e grossa 2 cm. che introdussi nella consueta spirale esterna. Magnetizzavo trasversalmente questa asta, facendola percorrere da una forte corrente, e poi la univo al galvanometro per studiarne le variazioni del magnetismo trasversale per l' azione della spirale esterna. Ma le indicazioni così prodotte erano troppo meschine per poterne ricavare delle conclusioni sicure.

Ad accrescere le induzioni, e non avendo a mia disposizione dei tubi di acciaio ne costruii uno con una grossa molla da orologio, che avvolsi in una spira di circa 80 cm. sopra un tubo di ottone di 3 cm. di diametro. Questo tubo d' acciaio e d' ottone inviluppai, alla solita maniera, con una spirale longitudinale di filo di rame isolato in 15 giri, e la introdussi nella solita grande spirale esterna. Le esperienze si praticarono come d'ordinario. Una corrente di 4 elementi Bunsen si faceva passare per la spirale longitudinale, così da magnetizzare trasversalmente l' acciaio; avendo l'avvertenza di interrompere più volte la detta corrente avanti ogni nuova serie di esperienze. In seguito la spirale longitudinale s' univa al galvanometro; ed attivando od interrompendo la spirale esterna si modificava il

magnetismo trasverso residuo dell' acciaio, come viene indicato dai seguenti numeri rispondenti ad induzioni misurate dal galvanometro.

Azione del magnetismo ordinario sul trasversale
Residuo dello acciaio.
La spirale esterna si

	Chiude	Interrompe
	N ——>—— S	
1	— 150	+ 10
2	— 24	+ 11
22	— 10	— 10
	S ——>—— N	
1	+ 195	— 15
2	+ 50	— 21
22	+ 20	— 19
23	+ 19	— 19
	S ——<—— N	
1	+ 131	— 20
2	+ 27	— 20
22	+ 20	— 20
	N ——<—— S	
	— 195	+ 10
	— 35	+ 15
	— 13	+ 14
	— 13	+ 13

Da questi dati rilevasi, che alla prima chiusura della spirale esterna il magnetismo trasverso residuo decresce assai sensibilmente: 1° Periodo. Per le ripetute interruzioni della spirale esterna il magnetismo residuo decresce lentamente e perviene ad un minimo, dopo il quale, la chiusura della spirale esterna lo diminuisce e l' interruzione di altrettanto lo accresce: 2° Periodo. Quindi per questa parte l' acciaio si comporta come il ferro.

Per completare lo studio sull' acciaio, sperimentai l' azione del magnetismo ordinario sul trasversale temporaneo. La spira d' acciaio fu circondata longitudinalmente da due spirali longitudinali di 12 a 15 giri, ed introdotto così nella spirale consueta. Una delle spirali longitudinali era unita alla pila (2 Bunsen), l' altra al galvanometro. Ogni serie di esperienze fu eseguita al modo consueto. L' acciaio si magnetizzava permanentemente con la prima spirale dopo avere in essa interrotta 40 volte la corrente: quindi si chiudeva od interrompeva la spirale esterna. Ecco alcuni dei dati osservati al galvanometro Wiedmann.

Azione del magnetismo ordinario
sul trasversale temporaneo.
La spirale esterna si

	Chiude	Interrompe
	N ——<—— S	
1	— 205	— 60
2	+ 13	— 38
22	+ 55	— 61
	N ——>—— S	
1	+ 38	+ 12
2	+ 2	+ 9
22	— 7	+ 9
23	— 7	+ 9
	S ——<—— N	
1	— 20	— 32
2	+ 3	— 33
22	+ 28	— 28
23	+ 28	— 28
	S ——>—— N	
1	— 24	— 17
2	+ 7	— 14
22	+ 13	— 14
23	+ 13	— 14

Da questi dati scorgiamo, anche pel magnetismo trasversale temporaneo, due periodi: nel 1° accade che per la prima chiusura della spirale esterna il magnetismo trasversale temporaneo dell' acciaio aumenta più o meno sensibilmente. Nel secondo, invece, s' osserva che la chiusura della spirale esterna produce una diminuzione di magnetismo trasversale, e l' interruzione un aumento eguale. Questo secondo periodo si appalesa dopo 8 o 10 interruzioni od anche meno.

È a dirsi che alcune volte le variazioni del magnetismo dell' acciaio, per l' azione della spirale esterna, sono così esigue che non s' osservano col galvanometro Wiedmann da me adoperato: in tal caso basta invertire la magnetizzazione trasversale dell' acciaio, perché le induzioni di nuovo si manifestano, ed alcune volte basta semplicemente rimagnetizzare nello stesso senso il tubo d' acciaio per riosservare il fenomeno.

La spiegazione di cotesti fenomeni é manifestamente la stessa di quella data pel ferro. Le prime chiusure ed interruzioni della spirale esterna operano specialmente scuotendo le molecole dell' acciaio: ed esse si piegano all' azione della spirale longitudinale attiva, ed il magnetismo trasversale sensibilmente si accresce; costituendo così il 1° Periodo. Con le successive

chiusure ed interruzione della spirale esterna si stabilisce un regime costante, nel quale, per la chiusura della spirale esterna il magnetismo trasversale scema, allontanandosi le molecole dalla orientazione magnetica trasversale; ed, invece, al cessare di essa corrente le dette molecole per elasticità ritornano alla orientazione propria, ed il magnetismo trasversale s' accresce.

Riassumendo i vari risultati delle esperienze potremo dire che il magnetismo trasversale di un tubo di ferro o di acciaio viene modificato pel passaggio od interruzione di una corrente che passi per una spirale che v' induca magnetismo ordinario. Tali modificazioni sono le seguenti:

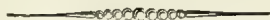
I. Nel caso del magnetismo trasversale residuo:

a) Le prime chiusure ed interruzioni della spirale ordinaria operano come un forte scuotimento, il magnetismo trasversale residuo decresce moltissimo, e si ha così un 1° periodo.

b) Le successive chiusure ed interruzioni della spirale ordinaria, dopo aver ridotto ad un valore minimo il magnetismo trasversale residuo, lo fanno oscillare intorno a detto minimo così, che le chiusure della spirale ordinaria lo diminuiscono, dirigendo longitudinalmente gli assi delle molecole del ferro; le interruzioni lo aumentano perché gli assi delle molecole, per elasticità, ritornano verso la loro posizione di equilibrio; e si produce così un 2° periodo.

II. Nel caso del magnetismo trasversale temporaneo, cioè a spirale longitudinale in attività:

a) Le prime chiusure della spirale ordinaria operano ancora come scuotimento: le molecole piegano all' azione della spirale longitudinale, ed il magnetismo trasversale cresce, più o meno, a seconda che la energia della spirale longitudinale é meno o più potente: e si ha così, il 1° periodo.

b) Le successive chiusure ed interruzioni della spirale ordinaria danno luogo, e per le stesse ragioni dette di sopra, ad un 2° periodo; nel quale la chiusura della spirale esterna produce una diminuzione, e l' interruzione un aumento del magnetismo trasversale temporaneo del tubo.

SULLE COSTANTI DI AFFINITÀ DI ALCUNI ACIDI

DELLA

SERIE DEL PIRROLO E DELL' INDOLO

MEMORIA

DI ANGELO ANGELI

(Letta nella Sessione del 24 Aprile 1892).

Sopra la proprietà che hanno alcune sostanze organiche di condurre la corrente elettrica, vennero già da lungo tempo fatte osservazioni ed esperienze; anzi i primi studi a questo riguardo risalgono, si può dire, ai principî di questo secolo. Le esperienze più esatte sono invece di data molto più recente e si devono principalmente a F. Kohlrausch, che ha altresí il merito di avere immaginato metodi molto precisi e comodi per determinare la conducibilità elettrica delle soluzioni. Egli ha studiato inoltre l'influenza della temperatura sulla conducibilità ed ha dimostrato la necessità di riferirla a soluzioni contenenti lo stesso numero di equivalenti elettrolitici, per avere misure fra loro comparabili. Soltanto in questo modo si ottengono valori, che possono essere utilizzati per stabilire relazioni stechiometriche.

Le ricerche più estese sulla conducibilità elettrica delle sostanze organiche in soluzione acquosa, e specialmente degli acidi, si devono ad Ostwald, il quale ha altresi semplificato gl' ingegnosi apparati che servirono a Kohlrausch. Partendo dalla teoria della dissociazione elettrolitica di Arrhenius, Ostwald (*) ha potuto stabilire una equazione la quale permette, per ogni acido monobasico, (la legge vale anche per alcuni acidi bicarbossilici) di ricavare il valore di una costante, che é indipendente dalla concentrazione della soluzione e che facilmente si calcola dalle conducibilità elettriche molecolari determinate a concentrazioni diverse. Ostwald non ha fatto che applicare alle soluzioni degli elettroliti le leggi che riassumono i fenomeni di dissociazione delle sostanze gassose. Con-

(*) Zeit. f. phys. Chemie 2, 36 e 270.

siderando infatti un elettrolita binario, parzialmente scisso nei suoi joni, e chiamando con u il numero nelle molecole non dissociate, con w quello delle molecole dissociate contenute nell' unità di volume, la condizione di equilibrio è espressa dall' equazione:

$$Cu = C^1 w^2.$$

Ma il numero delle molecole dissociate è proporzionale alla conducibilità elettrica molecolare μ, talchè $\frac{\mu}{\mu_\infty}$ rappresenta il grado di dissociazione se μ_∞ indica la conducibilità della sostanza completamente scissa nei suoi joni. La differenza $1 - \frac{\mu}{\mu_\infty}$ rappresenta quindi la frazione delle molecole non dissociate. La massa attiva delle due parti è data dalla quantità assoluta divisa per il volume, dimodochè si può porre $u = \frac{1}{v}\left(1 - \frac{\mu}{\mu_\infty}\right)$ e $n = \frac{1}{v}\frac{\mu}{\mu_\infty}$. Sostituendo nell' equazione precedente si ottiene:

$$\frac{C}{v}\left(1 - \frac{\mu}{\mu_\infty}\right) = \frac{C'}{v^2}\left(\frac{\mu}{\mu_\infty}\right)^2;$$

e ponendo $\frac{C}{C'} = k$, $\frac{\mu}{\mu_\infty} = m$, si riduce alla forma più semplice:

$$\frac{m^2}{(1 - m)v} = k$$

la quale appunto è l' equazione di Ostwald.

Essa venne applicata da Ostwald (*) stesso e da van't Hoff e Reicher (**) ad un grande numero di acidi organici, ed è sempre stata trovata in perfetta armonia coi risultati dell' esperienza. Dai numeri ottenuti Ostwald ha tratto numerose ed interessanti conclusioni riguardo all' influenza della composizione, costituzione e configurazione delle sostanze sui valori di k, i quali rappresentano una proprietà eminentemente costitutiva dei corpi elettroliti.

Lo studio della conducibilità elettrica di alcune soluzioni saline degli acidi organici, è inoltre suscettibile di un'altra importante applicazione (***). Quando si considerino le variazioni della conducibilità di queste solu-

(*) Zeit. f. phys. Chemie 3, 170 e seg.
(**) ibid. 2, 777.
(***) ibid. 1, 74 e seg.

zioni per differenti concentrazioni, e più precisamente gli aumenti che si notano comparando soluzioni contenenti la grammimolecola del sale sciolto in 32 litri ed in 1024 litri d' acqua, si trova che questo aumento é una funzione della basicità degli acidi e si puó rappresentare con l'espressione:

$$\Delta = Cn$$

dove Δ é l' aumento della conducibilità, $C = 10$ ed n rappresenta la basicità dell' acido. Talché la determinazione della conducibilità di alcuni sali presenta un mezzo molto semplice e sicuro per determinare la basicità dei rispettivi acidi.

Come continuazione delle ricerche di Ostwald, si possono considerare le esperienze de Bethmann (*), Bader (**), Walden (***) ed altri.

Recentemente poi Magnanini (****) ha applicata la determinazione della conducibilità elettrica alla ricerca dei gruppi ossidrilici che possono essere contenuti nelle sostanze organiche.

Si vede quindi, come queste misure offrano alla chimica organica un metodo nuovo ed utilissimo per la ricerca della costituzione dei corpi.

Mi é sembrato perció interessante, approfittando dei mezzi e del materiale che offre questo laboratorio, di applicare il metodo elettrico allo studio degli acidi pirrolcarbonici ed indolcarbonici, allo scopo principalmente di vedere quali relazioni esistono fra questi composti ed i derivati delle altre serie, ed in qual modo ed in qual misura i diversi radicali sostituenti influiscano sulle costanti elettriche di questa classe di composti.

Le misure vennero eseguite mediante il ponte di Wheatstone, seguendo le indicazioni date da Ostwald (*****), mantenendo gli elettroliti costantemente alla temperatura di 25°, mediante il termostato descritto da questo stesso autore. La capacità dei vasi di resistenza venne determinata mediante una soluzione $^1/_{50}$ normale di cloruro di potassio. Il reostato che mi servi per misurare le resistenze, costruito da Elliot, venne gentilmente messo a mia disposizione dall' illustre Prof. Augusto Righi, al quale prendo qui occasione di esprimere i miei più sentiti ringraziamenti.

Nelle misure di conducibilità la purezza dell' acqua impiegata per fare le soluzioni ha naturalmente la più grande influenza sui risultati delle determinazioni, massime quando si tratti di elettroliti deboli. Io ho purificato l'acqua distillata del laboratorio sottoponendola ad una nuova distillazione

---

(*) Zeit. f. phys. Chemie 5, 385.
(**) ibid. 6, 289.
(***) ibid. 8, 433.
(****) Gazzetta chimica XXI, pag. 215, Vol. II.
(*****) Zeit. f. phys. Chemie 2, 561.

sopra un miscuglio di calce e cloruro mercurico; buoni risultati ebbi pure distillandola con un poco di bisolfato potassico. In ogni caso la sua conducibilità specifica, ricavata mediante la formola

$$\lambda = K \frac{a}{Rb}$$

era compresa fra $\lambda = 0{,}002$ e $\lambda = 0{,}003$, e questo valore venne sempre trascurato.

La concentrazione delle soluzioni venne determinata mediante una soluzione titolata di acqua di barite, servendomi della fenolftaleina come indicatore. In molti casi è necessario di non tardare a fare la titolazione, altrimenti le soluzioni di alcuni di questi acidi si colorano in modo che riesce assai difficile cogliere il punto in cui scompare la tinta dell' indicatore.

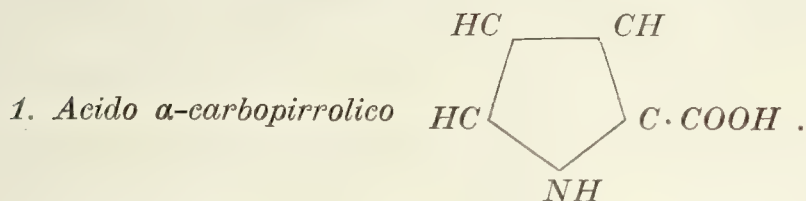
Per maggior brevità nella presente memoria indico con v il volume espresso in litri della soluzione, in cui sta sciolta 1 grammimolecola; con μ_v la conducibilità molecolare al volume v calcolata mediante la formola $\mu_v = K \frac{va}{Rb}$, dove K rappresenta la capacità del vaso di misura; con μ_∞ la conducibilità molecolare della sostanza a volume infinito; con $\frac{\mu_v}{\mu_\infty}$ il grado di dissociazione al volume v e con k la costante di dissociazione $\frac{m^2}{(1-m)v}$ ed in infine pongo sempre, come è consuetudine $K = 100\,k$.

La maggior parte dei prodotti necessari a questa ricerca ha dovuto prepararli espressamente, giacché quasi tutti gli acidi pirrolcarbonici ed indolcarbonici sono facilmente alterabili talché pochissime volte ho potuto utilizzare i preparati esistenti nella collezione del laboratorio. Sempre poi ho posto la massima cura nella purificazione delle sostanze e molte volte a questo fine ho dovuto ricorrere a nuovi espedienti per avere un materiale della maggior purezza possibile. Gli acidi pirrolcarbonici ottenuti per sintesi sono stati analizzati dagli autori stessi senza un' ulteriore purificazione. Questo modo di procedere non poteva naturalmente servire al mio scopo, giacché sarebbero bastate traccie minime di acidi estranei, massime se minerali, o di sostanze saline, che i prodotti avessero potuto trattenere, per alterare profondamente i risultati delle misure.

I. **Acidi pirrolcarbonici.**

Ho incominciato dall' esame degli acidi pirrolcarbonici, come i composti più semplici del gruppo; a questi farò poi seguire quelli indolcarbonici.

1. Acido α-carbopirrolico

$$\begin{array}{ccc} HC & \text{———} & CH \\ HC & & C \cdot COOH \\ & NH & \end{array}$$

Quest' acido che ho trovato nella collezione del laboratorio, proveniva dalla fabbrica Kalle e C. a Biebrich sul Reno. L' ho purificato per successive cristallizzazioni dal benzolo e dall' acetone. Fondeva a 192°, in armonia a quanto trovarono Ciamician e Weidel (*).

$$\mu_\infty = 359$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
40	14,15	3,94	0,00404
80	19,90	5,54	0,00406
160	27,75	7,73	0,00403
320	38,46	10,71	0,00401
640	53,02	14,76	0,00400
1280	72,75	20,27	0,00402

$$K = 0{,}00403\,.$$

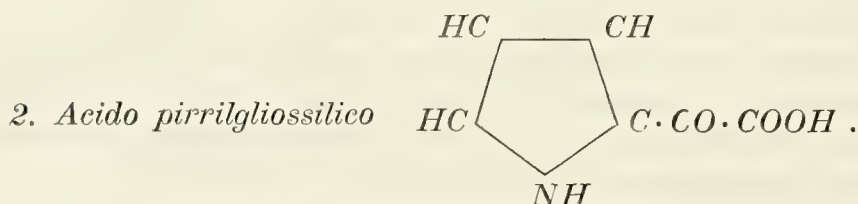
L' acido α-carbopirrolico corrisponde agli acidi monocarbonici del furano, del tiofene e del benzolo ed è quindi interessante comparare fra loro le costanti elettriche di questi corpi. L' acido α-carbopirrolico è, come si vede dal seguente specchietto, il più debole di tutti.

Acido	piromucico	0,0707	(Ostwald)
»	α-tiofenico	0,0329	(Barder)
»	benzoico	0,0060	(Ostwald)
»	α-carbopirrolico . .	0,00403	(Angeli).

(*) Monatshefte I, 285.

Questo fatto è dovuto probabilmente alla natura dell'immino, che si trova in prossimità dell' atomo di carbonio a cui è legato il carbossile. La vicinanza invece dell' ossigeno, come avviene nell' acido piromucico, rafforza notevolmente il gruppo carbossilico, talché quest' acido è, fra tutti, il più energico. L' acido carbopirrolico è invece più forte dell' acido picolinico ($K = 0,0003$, Ostwald) della serie piridica, e dell' acido ortoamidobenzoico ($K = 0,001$?), probabilmente perchè la piridina e l' anilina possiedono spiccate proprietà basiche, che mancano al pirrolo. A questo riguardo l' acido α-carbopirrolico si avvicina di più all' acido fenilamidoacetico, $C_6H_5 \cdot NH \cdot CH_2 \cdot COOH$ ($R = 0,00390$), in cui il carattere basico del gruppo amminico è neutralizzato dalla presenza del radicale negativo fenile.

2. Acido pirrilgliossilico

HC——CH
HC   C·CO·COOH .
NH

Quest' acido venne studiato allo scopo di ricercare l' influenza esercitata dal carbonile sulla conducibilità degli acidi pirrolcarbonici. L' ho ottenuto seguendo le indicazioni di Ciamician e Dennstedt (*) per ossidazione dell' α-acetilpirrolo con permanganato potassico. Il prodotto, purificato per successive cristallizzazioni dal benzolo, fondeva esattamente a 76°, come trovarono i citati autori.

$$\mu_\infty = 358$$

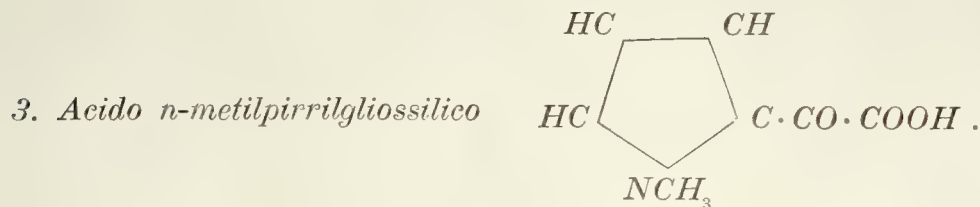
v	μ	$100\,m$	$100\,k$
60	187,97	52,50	0,967
120	216,50	61,47	0,791
240	241,90	67,57	0,586
480	257,16	71,83	0,381
960	263,38	73,57	0,213 .

Si vede che il valore di K diminuisce straordinariamente con l' aumentare della diluizione, e questo fatto è da attribuirsi alla grande facilità con cui quest' acido e massime le sue soluzioni acquose si alterano all' aria. La soluzione infatti si colora tosto in giallo, talchè è mestieri fare sollecitamente la titolazione, altrimenti riesce impossibile riconoscere il passaggio di tinta dell' indicatore.

(*) Gazzetta Chimica XIII, pag. 455.

Si vede peró assai bene che quest'acido é di gran lunga più energico dell'acido α-carbopirrolico e la sua costante é senza dubbio superiore al primo valore trovato.

3. *Acido n-metilpirrilgliossilico*

$$\begin{array}{ccc} HC & \text{———} & CH \\ HC & & C\cdot CO\cdot COOH\ . \\ & NCH_3 & \end{array}$$

È stato ottenuto da De Varda (*) per ossidazione di n-metil-α-acetilpirrolo con camaleonte. Lo ebbi allo stato di grande purezza ricristallizzandolo dal benzolo. Fondeva a 142°,5.

$$\mu_\infty = 357$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
30	207,96	58,25	2,70
60	250,06	70,04	2,72
120	287,00	80,41	2,75
240	315,13	88,27	2,76
480	332,73	93,20	2,66
960	339,90	95,12	—

$$K = 2{,}7\ .$$

Quantunque quest'acido non si possa esattamente comparare all'acido α-carbopirrolico, perché ancora non si sa bene quale influenza eserciti il metile quando sostituisce l'idrogeno imminico, tuttavia riesce molto evidente come la prossimità del carbonile al carbossile rafforzi straordinariamente quest'ultimo.

4. *Acido bibromo-n-metilpirrilgliossilico*

$$\begin{array}{ccc} BrC & \text{———} & CBr \\ HC & & C\cdot CO\cdot COOH\ . \\ & NCH_3 & \end{array}$$

Anche questo composto é stato ottenuto da De Varda (**) per tratta-

(*) Gazzetta Chimica XVIII, pag. 451.
(**) Gazzetta Chimica XVIII, pag. 451.

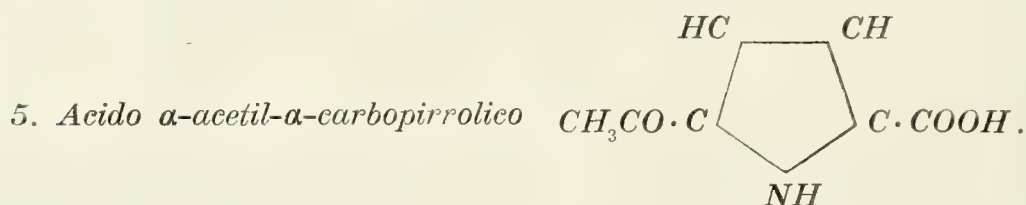
mento con bromo dell'acido precedente. Ricristallizzato dal benzolo fondeva a 160°, come ha trovato il citato autore.

$$\mu_\infty = 357$$

v	μ	100 m
294,84	334,48	93,69
589,68	348,85	97,71
1179,36	355,40	99,54 .

Quest'acido è tanto forte, che non si può calcolare il valore della costante. Si vede quindi la notevole influenza esercitata dai due atomi di bromo sull'energia di questo acido. Fatti analoghi sono stati largamente osservati e tutti i prodotti di sostituzione alogenati sono più forti degli acidi da cui derivano.

5. *Acido α-acetil-α-carbopirrolico*

HC —— CH
$CH_3CO \cdot C$ ⟨ ⟩ $C \cdot COOH$.
NH

Questo acido è isomero all'acido *n*-metilpirrilgliossilico. L'ho trovato nella collezione del laboratorio ed era stato preparato saponificando l'etere metilico corrispondente, ottenuto per azione dell'anidride acetica sull'etere dell'acido α-carbopirrolico, seguendo le norme date da Ciamician e Silber (*). Purificato dal toluene bollente, fondeva a 186° in corrispondenza alla indicazione dei citati autori.

$$\mu_\infty = 357$$

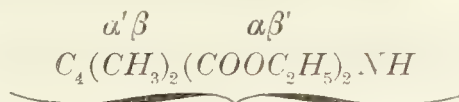
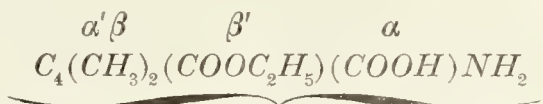
v	μ	100 m	100 k
40	37,04	10,37	0,0300
80	51,62	14,46	0,0305
160	70,74	19,81	0,0306
320	95,27	26,68	0,0305
640	127,10	35,60	0,0307
1280	163,71	45,86	0,0303

$$K = 0,0305 .$$

(*) Gazzetta Chimica XIV, pag. 162.

La sostituzione di un atomo d'idrogeno in posizione α nell'acido α-carbopirrolico con l'acetile ($COCH_3$) ne ha aumentata la costante di circa sette volte e mezza; è quindi molto più forte dell'acido α-carbopirrolico, ma più debole dell'acido pirrilgliossilico, in causa della maggior lontananza del residuo carbonilico dal carbossile. Indubbiamente dovrebbe condurre molto meglio l'acido β-acetil-α-carbopirrolico, che finora non si conosce.

L'influenza della posizione del carbossile sulla conducibilità elettrica degli acidi pirrolcarbonici, non può essere determinata che indirettamente, perchè non si conoscono ugualmente bene i due acidi α-pirrolcarbonico e β-pirrolcarbonico. Quest'ultimo è tanto poco noto e così difficilmente accessibile, che non ho potuto assoggettarlo a misure elettriche. Ho dovuto perciò ricorrere agli omologhi rispettivi, che sono stati preparati per sintesi in questi ultimi anni. In seguito farò poi vedere come, con una certa approssimazione, si possa calcolare anche la costante dell'acido β-carbopirrolico.

Gli acidi pirrolcarbonici metilati furono ottenuti per sintesi da Knorr (*) e da Magnanini (**) dall'etere isonitrosoacetoacetico e dall'etere diacetilsuccinico. I composti in parola, che derivano dal primo, sono indicati dalle seguenti formole:

$$\underbrace{C_4\overset{\alpha'\beta}{(CH_3)_2}\overset{\alpha\beta'}{(COOC_2H_5)_2}NH}$$

etere dietilico dell'acido metadimetilpirroldicarbonico

$$\underbrace{C_4\overset{\alpha'\beta}{(CH_3)_2}\overset{\beta'}{(COOC_2H_5)}\overset{\alpha}{(COOH)}NH_2}$$

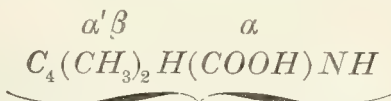
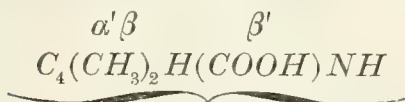
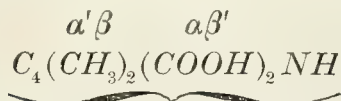
etere monoetilico dell'acido metadimetil-α-carbopirrolico

$$\underbrace{C_4\overset{\alpha'\beta}{(CH_3)_2}H\overset{\alpha}{(COOH)}NH}$$

acido metadimetil-α-carbopirrolico

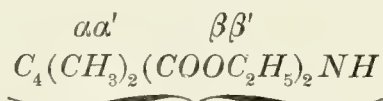
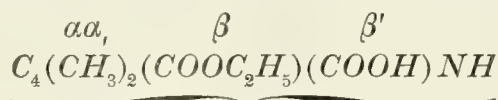
$$\underbrace{C_4\overset{\alpha'\beta}{(CH_3)_2}H\overset{\beta'}{(COOH)}NH}$$

acido metadimetil-β'-carbopirrolico

$$\underbrace{C_4\overset{\alpha'\beta}{(CH_3)_2}\overset{\alpha\beta'}{(COOH)_2}NH}$$

acido metadimetilpirroldicarbonico.

(*) L. Annalen, 236; 290 e 317; B. Berichte XVIII; 299 e 1558.
(**) Gazzetta Chimica XVIII, pag. 548; XIX, pag. 80.

Di questi composti ho misurato soltanto i tre ultimi, perchè il secondo è quasi insolubile nell' acqua, ed il primo naturalmente non poteva essere preso in considerazione.

Dall' etere diacetilsuccinico è stata ottenuta un'altra serie di sostanze analoghe, che differiscono da quelle precedentemente citate soltanto per la diversa posizione dei sostituenti. Esse sono le seguenti:

$$\underbrace{\overset{\alpha\alpha'}{C_4(CH_3)_2}\overset{\beta\beta'}{(COOC_2H_5)_2}NH}$$

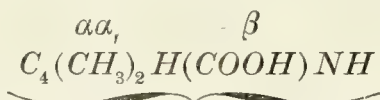
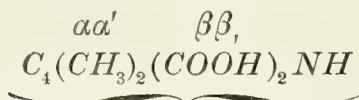
etere dietilico dell'acido paradimetilpirroldicarbonico

$$\underbrace{\overset{\alpha\alpha_{,}}{C_4(CH_3)_2}\overset{\beta}{(COOC_2H_5)}\overset{\beta'}{(COOH)}NH}$$

etere monoetilico dell' acido paradimetil-α-carbopirrolico

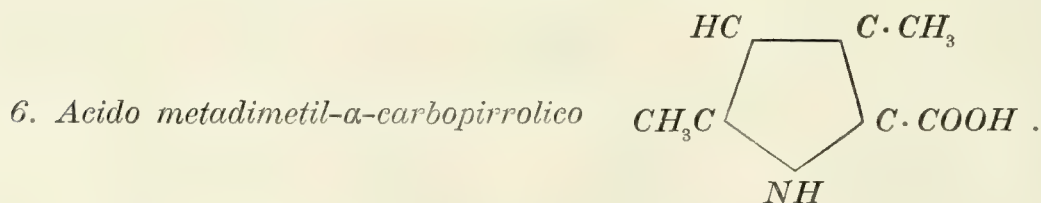
$$\underbrace{\overset{\alpha\alpha_{,}}{C_4(CH_3)_2}H\overset{\beta}{(COOH)}NH}$$

acido paradimetil-β-carbopirrolico

$$\underbrace{\overset{\alpha\alpha'}{C_4(CH_3)_2}\overset{\beta\beta_{,}}{(COOH)_2}NH}$$

acido paradimetilpirroldicarbonico.

Anche in questa serie si prestano alla misura elettrica, per la loro solubilita nell'acqua, soltanto i due ultimi acidi.

6. Acido metadimetil-α-carbopirrolico

$$\begin{array}{ccc} HC & \text{———} & C\cdot CH_3 \\ CH_3C & & C\cdot COOH \\ & NH & \end{array} .$$

L'ottenni, seguendo il metodo di Magnanini (*), per azione dell'anidride acetica sopra l'acido metadimetilpirroldicarbonico, sublimando in corrente di anidride carbonica il sale ramico del composto in tal modo ottenuto e saponificando la pirocolla, che così forma, successivamente con potassa alcoolica e con potassa acquosa. Venne purificato dal benzolo caldo adoperando

(*) Gazzetta Chimica XIX, pag. 80.

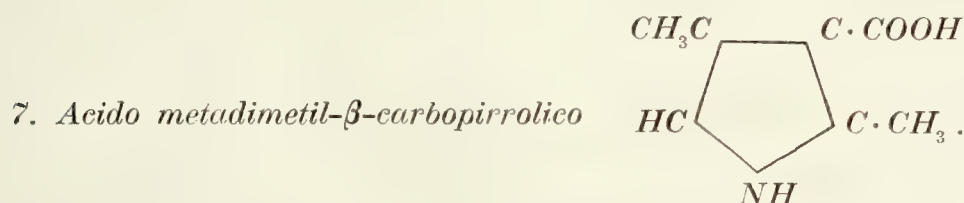
nero animale. Fondeva a 137°, conformemente a quanto aveva trovato il citato autore.

Le soluzioni acquose di quest'acido si alterano con molta facilità, e perciò non ho potuto avere per K un valore costante, come si scorge dai seguenti numeri.

$$\mu_\infty = 356$$

v	μ	$100\ m$	$100\ k$
790	14,33	4,04	0,000215
1580	17,03	4,78	0,000150

Anche facendo le diluizioni successive fuori del vaso di misura non ho potuto avere numeri migliori.

7. *Acido metadimetil-β-carbopirrolico* CH_3C — $C \cdot COOH$ / HC — $C \cdot CH_3$ / NH .

Quest'acido è stato ottenuto da Knorr, ma la sua costituzione venne determinata da Magnanini. Ricristallizzato più volte dal benzolo, fondeva a 186°. Knorr gli assegna il punto di fusione a 183°.

$$\mu_\infty = 356$$

v	μ	$100\ m$	$100\ k$
228,8	4,622	1,298	0,000074
457,6	6,581	1,84	0,000075
915,2	9,32	2,62	0,000077

$$K = 0{,}000075\ .$$

A prima vista, era da aspettarsi che quest'acido, in causa della maggior lontananza del gruppo imminico dal carbossile, dovesse condurre molto meglio del corrispondente isomero precedentemente studiato. La costante ottenuta mostra invece che conduce pochissimo, anzi è uno degli acidi carbossilici più deboli che finora sieno stati misurati.

Nella serie piridica l'acido più debole dei tre isomeri è quello che contiene il carbossile in posizione α, cioè il picolinico, come risulta dalle

seguenti misure fatte da Ostwald:

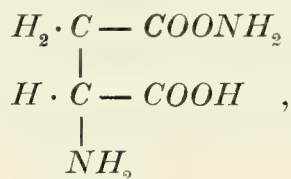
	K
Acido picolinico	0,0003
» nicotinico	0,00137
» isonicotinico . . .	0,00109 .

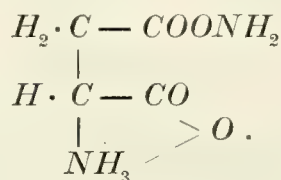
Nel caso degli acidi pirrolcarbonici avviene quindi ad un di presso il contrario. A questo riguardo è da notarsi la differente funzione che ha l'azoto negli anelli pirrolico e piridico; nei primi ha un comportamento alquanto indifferente, mentre i secondi sono caratterizzati per le loro spiccate proprietà basiche.

Per spiegare la piccola conducibilità dell'acido metadimetil-β-carbopirrolico si può supporre che esso si comporti come una specie di betaina, che possieda cioè la costituzione:

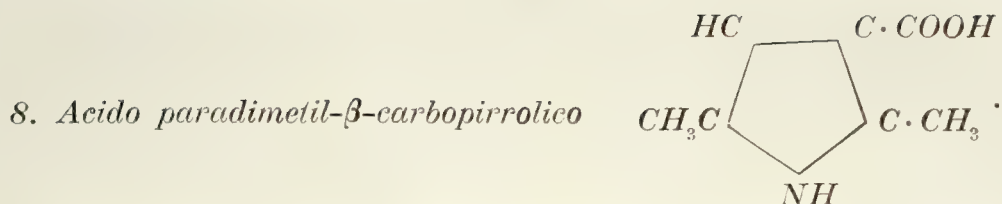
$$\begin{array}{l} \alpha\beta' \quad\ ^{III} \\ C_4H(CH_3)_2NH \\ | \\ COOH \end{array} \quad \longleftrightarrow \quad \begin{array}{l} \alpha\beta' \quad\ ^{V} \\ C_4H(CH_3)_2NH_2 \\ | \qquad\qquad\quad | \\ CO \text{———} O \end{array} .$$

Un fatto analogo è stato osservato da Walden (*) riguardo all'asparagina:

$$\begin{array}{l} H_2\cdot C - COONH_2 \\ \qquad | \\ H\cdot C - COOH \\ \qquad | \\ \quad NH_2 \end{array} ,$$

e dallo studio della conducibililà elettrica di questa sostanza, Walden è condotto ad ammettere che le competa la costituzione seguente:

$$\begin{array}{l} H_2\cdot C - COONH_2 \\ \qquad | \\ H\cdot C - CO \\ \qquad | \qquad\ > O \\ \quad NH_3 \end{array} .$$

(*) Zeit. f. phys. Chemie 8, pag. 483.

8. Acido paradimetil-β-carbopirrolico

$$\begin{array}{ccc} HC & \text{—} & C\cdot COOH \\ CH_3C & & C\cdot CH_3 \\ & NH & \end{array}$$

Anche quest'acido dovetti prepararlo espressamente per le mie misure, e l'ottenni per azione della potassa alcoolica sull' etere dell'acido paradimetil-pirroldicarbonico e successiva distillazione dell'etere acido ottenuto. Saponificando l' etere si ottiene facilmente l'acido. Il prodotto venne purificato facendolo cristallizzare dal benzolo. Il suo punto di fusione era in corrispondenza con quello trovato da Knorr a 213°.

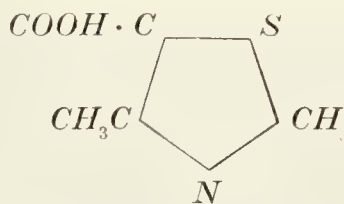
$$\mu_\infty = 356$$

v	μ	$100\ m$	$100\ k$
307,5	6,63	1,86	0,00011
615,0	9,26	2,60	0,00011
1230,0	12,95	3,64	0,00011

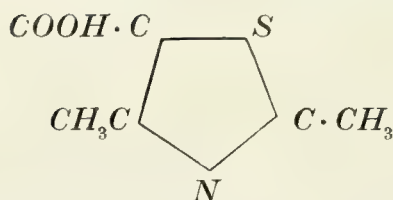
$$K = 0{,}00011\ .$$

Anche quest'acido appartiene ai più deboli che si conoscano. È però un poco più forte dell' isomero precedente e ciò, come si vedrà, è dovuto al fatto che in esso il gruppo carbossilico è posto fra due metili, che ne diminuiscono notevolmente la forza.

Nella serie del tiazolo invece, gli acidi β-carbossilici, i soli finora studiati, sono abbastanza forti, come si può scorgere dai due seguenti esempi tolti dalle misure di Bethmann (*):

$$\begin{array}{ccc} COOH\cdot C & \text{—} & S \\ CH_3C & & CH \\ & N & \end{array}$$

Acido-tiazol-α-metil-β-carbonico ($K = 0{,}039$).

(*) Zeit. f. phys. Chemie 5,420.

$$
\begin{array}{ccc}
COOH \cdot C & \text{———} & S \\
CH_3C & & C \cdot CH_3 \\
& N &
\end{array}
$$

Acido mesometiltiazol-α-metil-β-carbonico ($K = 0{,}0125$).

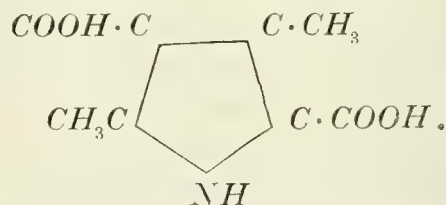
Anche qui però si osserva molto bene la proprietà del metile di diminuire l' energia del carbossile.

Nella serie pirrolica, e come si vedrà più avanti, anche in quella indolica, gli acidi β-carbossilici sono quindi debolissimi; se la spiegazione che ho tentato di dare di questo fatto è esatta, soltanto il carbossile in posizione β sarebbe in grado di formare con l' immino un legame betainico. Comunque però si voglia interpretare questo fatto, i valori della conducibilità elettrica degli acidi accennati, possono servire molto bene per determinare la posizione del carbossile.

Acidi pirroldicarbonici.

Gli acidi pirroldicarbonici, come ho già accennato, li ottenni contemporaneamente agli acidi monocarbossilici. Sopra la costante di questi acidi ha grandissima influenza la posizione relativa dei due carbossili, come dimostrano i due casi che ho studiato.

9. *Acido metadimetilpirroldicarbonico*

$$
\begin{array}{ccc}
COOH \cdot C & \text{———} & C \cdot CH_3 \\
CH_3C & & C \cdot COOH. \\
& NH &
\end{array}
$$

Il prodotto è stato preparato da me per azione della potassa sopra l' etere corrispondente, ottenuto dall' etere isonitrosoacetoacetico. A 260° si decompone come ha trovato Knorr. Venne purificato dall' acetone.

$$\mu_\infty = 355$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
1320	54,79	15,43	0,00213
2640	72,99	20,56	0,00203

$$K = 0{,}00213.$$

È un acido piuttosto debole. Anche in questo caso si può ammettere che l'azione del carbossile in posizione β sia paralizzata dall'immino, come negli acidi β-pirrolmonocarbonici e che il carbossile della posizione α rimanga indebolito dalla vicinanza di un metile.

10. Acido paradimetilpirroldicarbonico

$$\begin{array}{ccc} COOH\cdot C & \text{———} & C\cdot COOH \\ CH_3C & & C\cdot CH_3 \\ & NH & \end{array} .$$

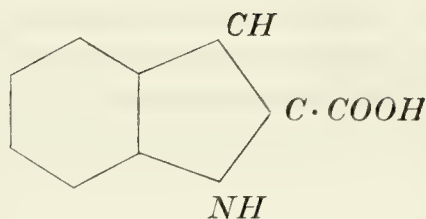
Ottenni questa sostanza per azione dell' ammoniaca sull' etere diacetilsuccinico e saponificando l' etere paradimetilpirroldicarbonico formatosi con potassa alcoolica. Il prodotto purificato dall'alcool fondeva verso 251°, secondo l'indicazione di Knorr.

v	μ
1316	323,58
2632	386,97
5264	426,67 .

L' acido é tanto energico che non si può dedurre il valore della costante. Questo fatto, che forma un interessante contrasto con quello osservato sull' acido bicarbonico precedente, é dovuto molto probabilmente alla vicinanza ed alla disposizione simmetrica dei due carbossili.

II. **Acidi indolcarbonici.**

Gli acidi indolcarbonici corrispondono a quelli derivanti dal pirrolo e possono essere considerati come acidi carbopirrolici in cui i due atomi d' idrogeno delle posizioni $\alpha\,\beta$ sono sostituiti dal fenilene (C_6H_4). Per questa ragione era da aspettarsi, che le regole trovate nella serie dei composti già studiati, trovassero applicazione anche nei derivati dell' indolo. Come si vedrà, la corrispondenza preveduta esiste realmente ed anzi offre mezzo di calcolare la costante di alcuni acidi pirrolcarbonici, che per la loro instabilità non si prestano alla misura diretta.

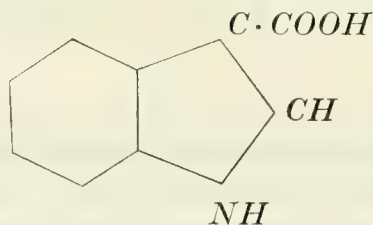
11. Acido α-indolcarbonico (CH; C·COOH; NH)

Quest'acido che esisteva nella collezione del laboratorio, è stato preparato secondo il metodo di Ciamician e Zatti (*) per fusione dell'α-metilindolo con potassa. Ricristallizzato dal benzolo, fondeva a 204°, in corrispondenza con le indicazioni dei citati autori.

$$\mu_\infty = 352$$

v	μ	100 m	100 k
173,2	56,36	16,01	0,0176
346,4	77,12	21,91	0,0177
692,8	103,94	29,52	0,0178
1385,6	136,07	38,66	0,0175

$$K = 0,0177 .$$

Quest'acido è oltre quattro volte più energico dell'acido carbopirrolico, del quale si può considerare derivato. La presenza quindi del radicale negativo « C_6H_4 » ha aumentato notevolmente la costante dell'acido α-carbopirrolico; questo fatto è d'indole abbastanza generale, giacchè il radicale fenilico rafforza quasi sempre l'energia del carbossile.

12. Acido β-indolcarbonico (C·COOH; CH; NH)

Un campione di questo acido, ottenuto dall'indolo per azione dell'anidride carbonica in presenza di sodio, è stato gentilmente messo a mia disposizione dai miei colleghi Zatti e Ferratini (**). Fondeva verso 218°.

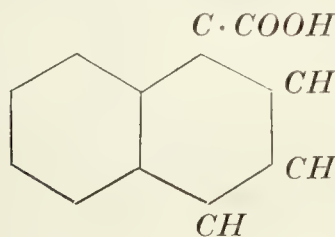
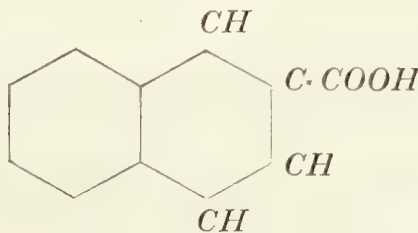
(*) Gazzetta Chimica, VIII, pag. 386.
(**) Gazzetta Chimica XX, pag. 707.

$$\mu_\infty = 352$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
700	21,47	6,099	0,00056
1400	29,30	8,325	0,00054
2800	39,86	11,32	0,00051

$$K = 0{,}00056\,.$$

In armonia a quanto prima si é trovato per i derivati β-carbossilici del pirrolo, anche quest'acido é molto debole. Riesce peró più forte degli acidi β-pirrolmonocarbonici perché anche in questo caso si fa sentire l'influenza del radicale fenilenico.

La presenza del fenilene si rende manifesta anche negli acidi naftoici, sebbene in modo del tutto diverso. Questi acidi stanno all'acido benzoico nella stessa relazione che i due acidi indolcarbonici stanno agli acidi pirrolcarbonici.

Acido α-naftoico. Acido β-naftoico.

Volendo fare il confronto fra l'acido α-carbopirrolico ed il benzoico, l'acido α-indolcarbonico si deve comparare all'acido β-naftoico e l'acido β-indolcarbonico all'acido α-naftoico, giacché entrambi quest'ultimi contengono il carbossile in posizione *orto* rispetto al gruppo fenilenico. Nel seguente specchietto sono riportate le misure che si riferiscono a questi acidi:

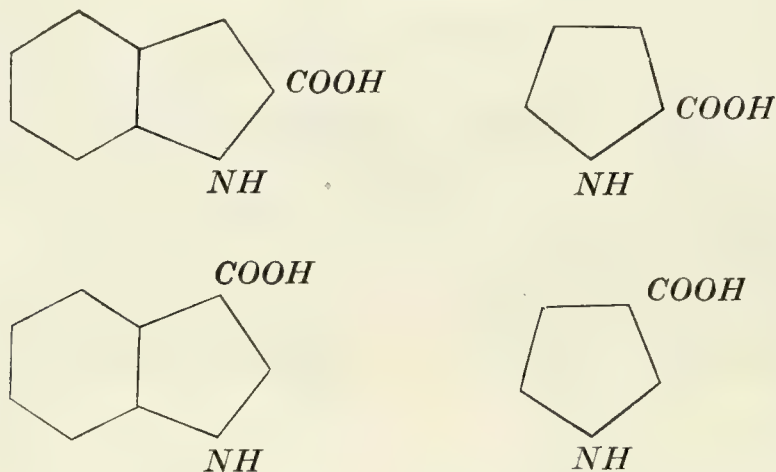
	K			K	
Acido β-indolcarbonico	0,00056	(Angeli)	Acido α-naftoico	0,0204	(Bethmann)
» α-indolcarbonico	0,0177	(Angeli)	» β-naftoico	0,00523	(Bader),

le quali mostrano come la presenza dell'immino nei due acidi indolcarbonici, modifichi le loro proprietà in modo che non si nota nessuna relazione fra le costanti di questi due acidi e quelle dei corrispondenti derivati della naftalina.

I risultati ottenuti per i due acidi indolcarbonici possono servire per

calcolare in modo approssimativo la costante dell'acido β-carbopirrolico, che ancora, come ho già avuta occasione di accennare, non è ben conosciuto. Ammettendo infatti che la presenza del residuo « C_6H_4 » rafforzi in modo proporzionale il carbossile, tanto quando si trova in posizione α, che in posizione β, dalle costanti trovate per i due acidi indolcarbonici e per l'acido α-carbopirrolico, si ricava il valore:

COOH NH COOH NH

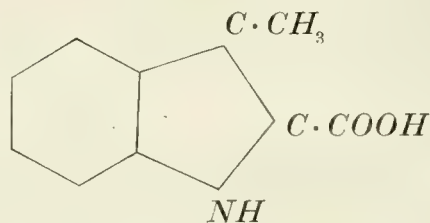
COOH NH COOH NH

per la costante dell'acido β-carbopirrolico:

$$K = \frac{0,00403 \times 0,00056}{0,0177} = 0,00012 .$$

A questa cifra si perviene anche per altra via come dirò fra poco.

Allo scopo di vedere se anche negli acidi indolcarbonici i gruppi metilici indeboliscono la forza del carbossile, come si è trovato per gli acidi della serie del pirrolo, ho misurato anche i due acidi metilindolcarbonici.

13. Acido β-metil-α-indolcarbonico

$C \cdot CH_3$ $C \cdot COOH$ NH

Ho preparato quest'acido seguendo le norme date da Ciamician e Magnanini (*), riscaldando cioè a bagno di lega, in una stortina tubolata,

(*) Gazzetta Chimica XVIII, pag. 380.

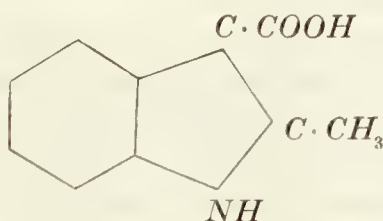
un miscuglio di scatolo e di sodio, a piccoli pezzi, in presenza di anidride carbonica. Purificato dal benzolo, fondeva a 167°, conformemente a quanto hanno trovato i citati autori.

$$\mu_\infty = 351$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
453,6	47,67	13,58	0,00470
907,2	65,69	18,71	0,00474
1814,4	88,43	25,19	0,00467

$$K = 0{,}0047\,.$$

La vicinanza del carbossile al gruppo metilico, lo ha notevolmente indebolito, e la costante di quest' acido é circa la quarta parte di quella dell' acido α-indolcarbonico. La costante dell' acido β-metil α-indolcarbonico é di poco superiore a quella dell' acido α-carbopirrolico, per il quale si é trovato $K = 0{,}00403$. Il gruppo metilico perció ha paralizzato quasi completamente l' influenza del residuo fenico.

14. Acido α-metil-β-indolcarbonico

Anche quest' acido é stato ottenuto in modo perfettamente simile al precedente riscaldando l' α-metilindolo con pezzetti di sodio in presenza di anidride carbonica. Ricristallizzato dal toluene, dopo averlo lavato con cloroformio, fondeva a 176°-177°.

$$\mu_\infty = 351$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
1124	12,93	3,68	0,00012
2248	17,87	5,09	0,00012
4496	25,91	7,38	0,00013

$$K = 0{,}00013\,.$$

In armonia a quanto precedentemente si é osservato, anche quest' aci-

do é straordinariamente debole; la sua costante é poi di poco superiore a quella calcolata per l'acido β-carbopirrolico che sarebbe circa $K = 0,00012$. Nello stesso modo s'é trovato che il valore della costante dell'acido β-metil-α-indolcarbonico é di poco più grande di quella dell'acido α-carbopirrolico. Si vede che la corrispondenza delle cifre ricavate per vie diverse é soddisfacente.

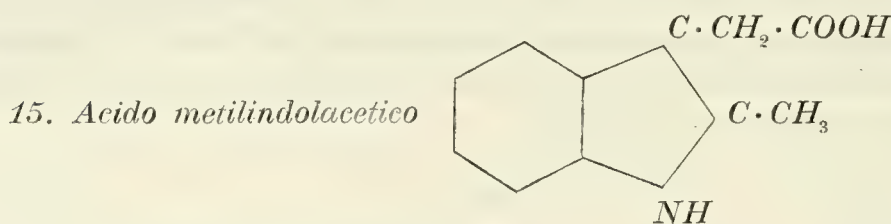
Entrambi gli acidi metilindolcarbonici sono molto più deboli dei due acidi da cui derivano. È interessante, a questo riguardo, di comparare fra loro i valori delle costanti di questi quattro acidi. Come appare dal seguente specchietto le costanti dei due primi sono sensibilmente proporzionali a quelle dei secondi:

	K
Acido α-indolcarbonico	0,0177
» β-indolcarbonico	0,00056
» β-metil-α-indolcarbonico .	0,0047
» α-metil-β-indolcarbonico .	0,00013 .

Ció vuol dire che la vicinanza di un gruppo metilico indebolisce quasi in egual grado la forza del carbossile, tanto che questo si trovi in posizione α che in posizione β.

Queste relazioni non si verificano più quando il carbossile si trova rispetto all'immino in una posizione, che non é nè la α nè la β. Questo caso evidentemente si realizza quando il carbossile sia attaccato al nucleo aromatico dell'indolo, oppure ad una catena laterale del residuo pirrolico.

Siccome gli acidi della prima specie sono difficilmente accessibili, mi sono limitato a studiare l'

15. Acido metilindolacetico — $C \cdot CH_2 \cdot COOH$, $C \cdot CH_3$, NH

Ho preparato questo acido, secondo le indicazioni di Emilio Fischer (*) dall'idrazone dell'etere levulinico. L'etere ottenuto venne saponificato ed il prodotto purificato dall'acetone, nel quale é molto solubile; da questo solvente si ottiene facilmente la sostanza allo stato di bellissimi cristalli senza colore, che all'aria non tardano ad acquistare una lieve colorazione

(*) L. Annalen 236, pag. 149.

giallognola. Fra 195°-200° si decompone con sviluppo di anidride carbonica.

$$\mu_\infty = 350$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
270	25,86	7,38	0,00218
540	35,80	10,23	0,00215
1080	48,97	13,99	0,00210
2160	65,20	18,63	0,00197

$$K = 0{,}00215\,.$$

L'acido metilindolacetico, che si può anche considerare come un omologo dell'acido α-metil-β-indolcarbonico, è circa 16 volte più forte di questo, ed è più debole dell'acido β-metil-α-indolcarbonico. Questo esempio mostra assai bene come soltanto il carbossile in posizione β venga fortemente indebolito dall'immino. L'acido metilindolacetico, come il nome stesso lo indica, può altresì venir considerato come un acido acetico sostituito, e la sua costante è di poco superiore a quella trovata da Ostwald per quest'ultimo (0,00180).

Alle misure degli acidi pirrolcarbonici ed indolcarbonici, farò seguire alcune altre che si riferiscono a vari acidi, parte preparati da me stesso ed in parte esistenti nella collezione di questo laboratorio.

16. Acido benzoilpiruvico $C_6H_5 \cdot CO \cdot CH_2 \cdot CO \cdot COOH$.

Quest'acido l'ottenni seguendo le indicazioni di Brömme e Claisen (*) per azione dell'alcoolato sodico sopra un miscuglio di acetofenone ed etere ossalico. Purificato dal benzolo, si presentava in cristallini lievemente giallognoli, che fondevano a 156°-158° come venne indicato dagli autori menzionati.

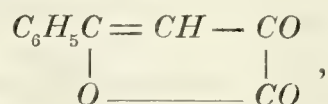
$$\mu_\infty = 354$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
400	267,58	75,58	0,59
800	303,97	85,86	0,65
1600	325,88	92,05	0,66
3200	328,37	92,76	——

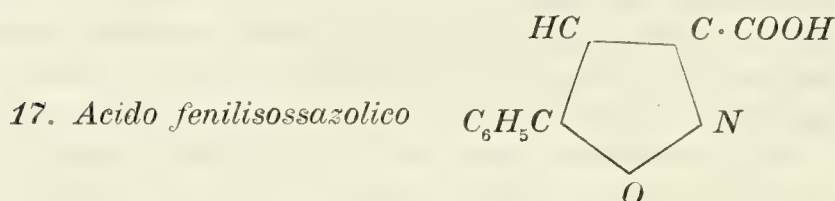
$$K = 0{,}65\,.$$

(*) B. Berichte XXI, pag. 1132.

La presenza di tanti gruppi negativi hanno reso quest'acido molto energico. Si osserva che la costante va aumentando con la diluizione, e ciò è da attribuirsi probabilmente al fatto che quest'acido si trovi dapprima in parte sotto forma del lattone

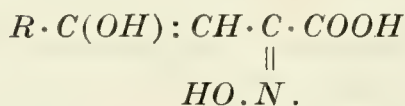
$$\begin{array}{l} C_6H_5C = CH - CO \\ \quad | \qquad\qquad\quad | \\ \quad O \text{———} CO \end{array},$$

o dell'idrato dello stesso. Gli acidi di questo tipo si devono titolare con metilorange, giacchè adoperando fenolftaleina, si comportano rispetto a questo indicatore come bibasici. Quale derivato di quest'acido si può fino ad un certo punto riguardare il seguente:

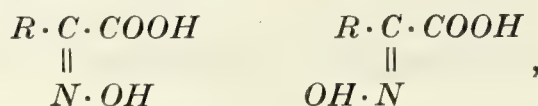
17. *Acido fenilisossazolico*

$$\begin{array}{ccc} HC & \text{——} & C \cdot COOH \\ C_6H_5C & & N \\ & O & \end{array}$$

Ho già fatto osservare a suo tempo (*) come gli eteri corrispondenti agli acidi di questo tipo facilmente si ottengono per azione del cloridrato d'idrossilammina in soluzione alcoolica sopra gli eteri

$$R \cdot CO \cdot CH_2 \cdot CO \cdot COOC_2H_5 .$$

Per saponificazione si hanno gli acidi liberi, che possono venir considerati come anidridi degli acidi ossimici:

$$\begin{array}{l} R \cdot C(OH) : CH \cdot C \cdot COOH \\ \qquad\qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad\qquad HO.N. \end{array}$$

Ancora sono stati fatti pochi studi di confronto sulle relazioni che passano fra le costanti degli acidi chetonici e quelle degli acidi ossimici che da questi si possono ottenere. A tal riguardo è da osservarsi che siccome, in generale, le ossime possono esistere in due forme stereoisomere, anche le costanti dei due acidi ossimici avranno probabilmente valori differenti, come si vede dalle formole

$$\begin{array}{ccc} R \cdot C \cdot COOH & \qquad & R \cdot C \cdot COOH \\ \| & & \| \\ N \cdot OH & & OH \cdot N \end{array},$$

(*) Gazzetta Chimica, XX, pag, 776.

e l'acido fenilisossazolico si può considerare appartenente al secondo tipo.

$$\mu_\infty = 354$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
186,6	218,45	61,71	0,53
373,2	261,48	73,86	0,55
746,4	295,74	83,54	0,56
1492,8	319,95	90,38	0,56

$$K = 0,55\,.$$

Nei pochi casi che sono stati presi in esame finora risulta che alle volte la costante dell'acido ossimico è inferiore a quella dell'acido chetonico da cui deriva (p. e., l'acido fenilgliossilico e la sua ossima); oppure il valore di K per l'ossima può riuscire superiore a quello dell'acido primitivo (p. e. l'acido papaverinico e la chetossima corrispondente). Nel caso da me considerato non c'è invece grande differenza fra le costanti degli acidi benzoilpiruvico e fenilisossazolico; è probabile che il gruppo $-CN-$ contenuto in quest'ultimo abbia un carattere poco differente da quello del cianogeno.

18. Acido tenoilpiruvico $C_4H_3S\cdot CO\cdot CH_2\cdot CO\cdot COOH$.

Ho ottenuto quest'acido per azione dell'acido solforico concentrato sopra l'etere etilico corrispondente (*).

Il prodotto venne purificato dal benzolo e si presentava in aghi fortemente colorati in giallo. Fondeva a 180°

$$\mu_\infty = 355$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
280,5	234,86	66,16	0,46
561,0	273,85	77,10	0,46
1122,0	304,90	85,89	0,46

$$K = 0,46\,.$$

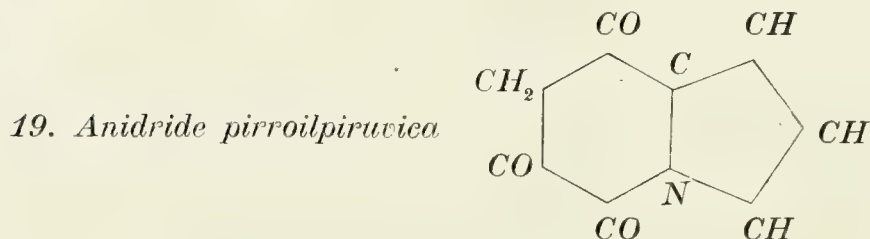
Anche quest'acido è molto energico.

(*) Angeli, Gazzetta Chimica XXI, pag. 444.

Accennerò ora ad una sostanza che, sebbene di costituzione affatto differente, pure sta in una certa relazione con gli acidi di questo tipo, per il composto da cui ha origine. Tempo addietro ho avuto occasione di dimostrare (*) come, per azione dell'ammoniaca e dei carbonati alcalini, l'etere pirroilpiruvico

$$C_4H_3NH \cdot CO \cdot CH_2 \cdot CO \cdot COOC_2H_5,$$

perda facilmente una molecola di alcool per formare un'anidride.

19. Anidride pirroilpiruvica (formula di struttura: anello CH_2, CO, CO, CO, C, N condensato con anello C, CH, CH, CH, N)

L'ottenni nel modo accennato e la purificai dall'acetone:

$$\mu_{\infty} = 355$$

v	μ	100 m	100 k
200	121,57	34,24	0,0891
400	158,48	44,64	0,0898
800	198,19	55,83	0,0882
1600	236,33	66,57	0,0828
3200	264,26	74,44	0,0677

$$K = 0,089 .$$

Questa sostanza conduce abbastanza bene la corrente elettrica, e ciò è da attribuirsi probabilmente alla presenza del metilene in prossimità di tre carbonili. Il valore di K va sensibilmente diminuendo in causa dell' alterabilità di questa sostanza in soluzione acquosa.

L' anidride pirroilpiruvica è fortemente colorata in giallo, talchè ho dovuto determinare la concentrazione disciogliendo un dato peso della sostanza in una quantità di acqua conosciuta.

20. Anidride bromocitraconica
$$\begin{matrix} CH_3C \cdot CO \\ \| \\ BrC \cdot CO \end{matrix} \Big> O .$$

(*) Gazzetta Chimica, XX, pag. 775,

Questa sostanza venne preparata per azione dell' acido nitrico concentrato sopra il tribromo β-metiltiofene (*). Il prodotto venne ripetutamente cristallizzato dal benzolo ed etere petrolico, adoperando carbone animale.

Fondeva esattamente a 100°-101°, a seconda dell' indicazione data dagli autori.

$$\mu_\infty = 355$$

v	μ	$100\, m$	$100\, k$
107	247,33	69,67	1,49
214	282,49	79,57	1,44
428	309,36	87,14	1,37
856	325,22	91,61	——

$$K = 1,49\,.$$

A contatto dell' acqua quest' anidride si cambia quindi nell' acido corrispondente. La sostituzione di un atomo di bromo al posto di un atomo d' idrogeno nell' acido citraconico ha aumentata notevolmente l' energia di quest' ultimo ($K = 0,340$ Ostwald). È però più debole dell' acido monobromomaleico.

21. Acido bibromoacetilacrilico $CH_3 \cdot CO \cdot CBr = CBr.COOH$ (?).

Questo corpo è stato ottenuto l'anno scorso da Ciamician e me (**) per azione dell' acido nitrico concentrato sopra l' α-metilbibromotiofene. Il prodotto venne purificato per successive cristallizzazioni dal benzolo e dall' etere petrolico, adoperando nero animale. Fondeva a 78°-79°.

$$\mu_\infty = 355$$

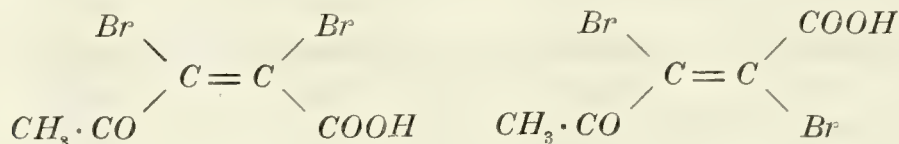
v	μ	$100\, m$	$100\, k$
90,3	25,61	7,21	0,00621
180,6	35,39	9,97	0,00611
361,2	49,01	13,80	0,00612
722,4	67,14	18,91	0,00610
1444,8	89,07	25,09	0,00581

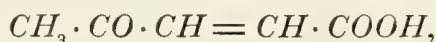
$$K = 0,0061\,.$$

(*) Ciamician e Angeli, Gazzetta Chimica XXI. pag. 129, Vol. II.
(**) Gazzetta Chimica XXI, pag. 124, Vol. II.

Il suo punto di fusione, più basso di quello dell'acido acetilacrilico, che fonde a 122°-123° (*), ci fece già allora supporre, che questa sostanza potesse avere una costituzione differente da quella del vero acido bibromoacetilacrilico. La misura elettrica viene in conferma della nostra supposizione.

Per l'acido bibromoacetilacrilico sono possibili due forme stereoisomere:

$$\begin{matrix} Br & & & & Br \\ & \diagdown & & \diagup & \\ & & C = C & & \\ & \diagup & & \diagdown & \\ CH_3 \cdot CO & & & & COOH \end{matrix} \qquad \begin{matrix} Br & & & & COOH \\ & \diagdown & & \diagup & \\ & & C = C & & \\ & \diagup & & \diagdown & \\ CH_3 \cdot CO & & & & Br \end{matrix}$$

Ancora non è stato misurato l'acido acetilacrilico,

$$CH_3 \cdot CO \cdot CH = CH \cdot COOH,$$

ma è probabile, che le costanti dei due stereoisomeri possibili sieno entrambe superiori a quella trovata da Ostwald per l'acido levulinico,

$$CH_3 \cdot CO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot COOH \quad (K = 0{,}00225)$$

in causa della presenza del doppio legame contenuto nella molecola dei due primi.

Questa relazione si osserva bene p. e. comparando gli acidi cinnamici con l'acido idrocinnamico:

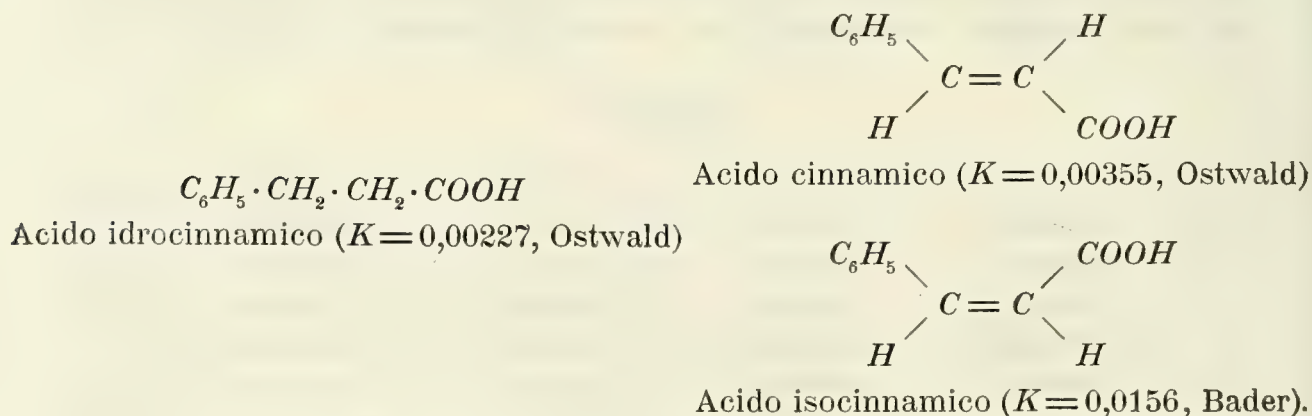
$$\begin{matrix} C_6H_5 & & & & H \\ & \diagdown & & \diagup & \\ & & C = C & & \\ & \diagup & & \diagdown & \\ H & & & & COOH \end{matrix}$$

Acido cinnamico ($K = 0{,}00355$, Ostwald)

$$C_6H_5 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot COOH$$

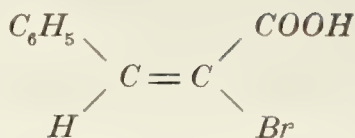
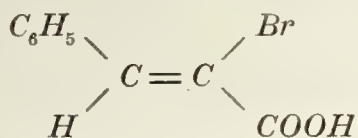
Acido idrocinnamico ($K = 0{,}00227$, Ostwald)

$$\begin{matrix} C_6H_5 & & & & COOH \\ & \diagdown & & \diagup & \\ & & C = C & & \\ & \diagup & & \diagdown & \\ H & & & & H \end{matrix}$$

Acido isocinnamico ($K = 0{,}0156$, Bader).

Ai due acidi cinnamici corrispondono due derivati monobromurati, pure

(*) Hill e Hendrixon, B. Berichte pag. 23, 452.

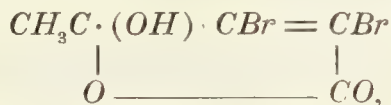
stereoisomeri, entrambi misurati da Ostwald:

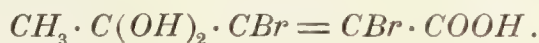
$$\begin{matrix} C_6H_5 & & & & Br \\ & \diagdown & & \diagup & \\ & & C=C & & \\ & \diagup & & \diagdown & \\ H & & & & COOH \end{matrix} \qquad \qquad \begin{matrix} C_6H_5 & & & & COOH \\ & \diagdown & & \diagup & \\ & & C=C & & \\ & \diagup & & \diagdown & \\ H & & & & Br \end{matrix}$$

Acido β-bromocinnamico (K=0,093) Acido α-bromocinnamico (K=1,44).

Tutti e due sono, come si vede, di gran lunga più energici dei due acidi da cui derivano, e perciò è molto improbabile che, anche al più debole dei due acidi bibromoacetilacrilici possibili, possa competere una costante così bassa come quella trovata.

Il valore di K dell'acido bibromoacetilacrilico rende perciò necessario supporre, che a questa sostanza spetti una costituzione differente.

Si può perciò ammettere che essa sia il lattone della seguente formola:

$$\begin{matrix} CH_3C\cdot(OH)\cdot CBr = CBr \\ | \qquad\qquad\quad | \\ O \text{———————} CO, \end{matrix}$$

corrispondente all'idrato del vero acido bibromoacetilacrilico:

$$CH_3 \cdot C(OH)_2 \cdot CBr = CBr \cdot COOH\,.$$

La conducibilità, relativamente piccola, trovata per questo corpo, sarebbe dovuta alla presenza di un ossidrile, rafforzato dagli altri gruppi negativi contenuti nella molecola. In favore di questa supposizione parla anche il fatto generale trovato da Ciamician e me (*), che cioè nella reazione dell'acido nitrico sui derivati bromurati del tiofene, pur mantenendosi inalterata la catena degli atomi di carbonio, l'ossigeno va a sostituire lo zolfo.

In questo modo dal tetrabromotiofene si passa all' anidride bibromomaleica, e dal β-metiltribromotiofene si ha l' anidride bromocitraconica:

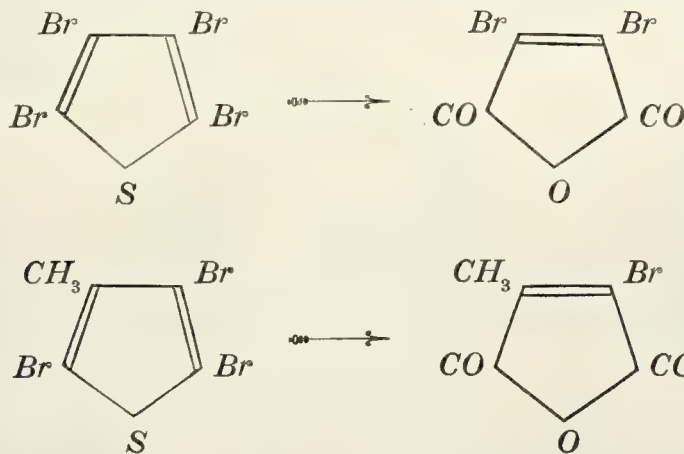
Br Br Br Br

Br Br ⟶ CO CO

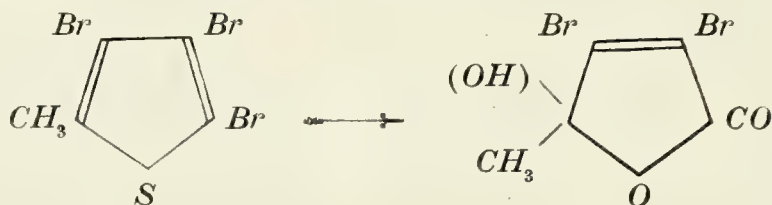
S O

CH_3 Br CH_3 Br

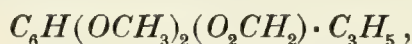
Br Br ⟶ CO CO

S O

(*) Gazzetta Chimica XXI, pag. 109, Vol. II.

E perciò non è inverosimile ammettere, che anche nell'azione dell'acido nitrico sopra α-metiltribromotiofene succeda qualcosa di analogo:

$$\text{(anello tiofenico: } Br, Br, Br, CH_3, S) \longrightarrow \text{(anello: } Br, Br, (OH), CH_3, CO, O)$$

Questo esempio dimostra in modo evidente di quale aiuto possa essere la determinazione della conducibilità elettrica nello stabilire la costituzione delle sostanze organiche.

Per graduale ossidazione dell'isapiolo,

$$C_6H(OCH_3)_2(O_2CH_2) \cdot C_3H_5,$$

Ciamician e Silber ottennero due acidi, l'acido apiolico (*) e l'acido apionchetonico (**).

22. Acido apiolico $C_6H(OCH_3)_2(O_2CH_2) \cdot COOH$.

Ho trovato questo acido nella collezione di questo laboratorio e l'ho purificato dall'alcool. Si presentava in cristallini bianchi, che fondevano, a 175°, conformemente a quanto hanno trovato gli autori citati.

$$\mu_\infty = 352$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
1320	97,49	27,69	0,00803

$$K = 0,00803\,.$$

L'acido apiolico è poco energico e la sua costante è di poco superiore quella dell'acido benzoico ($K = 0,0060$). Si accosta molto all'acido metilsalicilico, $C_6H_4(OCH_3)COOH$), ($K = 0,00815$). È probabile assai che anche nell'acido apiolico un metossile si trovi in posizione *orto* rispetto al carbossile.

(*) Gazzetta Chimica XVIII, pag. 136.
(**) Gazzetta Chimica XX, pag. 550.

23. Acido apionchetonico $C_6H(OCH_3)(O_2CH_2)\cdot CO\cdot COOH$.

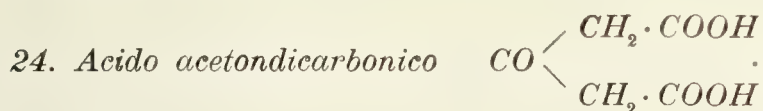
Anche quest'acido esisteva nella collezione di questo laboratorio e l'ottenni purissimo per ripetute cristallizzazioni dall'alcool. Si scomponeva fra 160° e 172° come trovarono i citati autori.

$$\mu_\infty = 351$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
91,24	278,75	79,42	3,35
182,48	307,40	87,58	3,38
364,96	326,22	92,94	3,35
729,92	335,34	95,54	——

$$K = 3,35\,.$$

È un acido molto forte in causa della prossimità del gruppo carbonilico al carbossile; la sua costante è oltre 400 volte maggiore di quella dell'acido apiolico.

24. Acido acetondicarbonico $CO\Big\langle\begin{matrix}CH_2\cdot COOH\\ CH_2\cdot COOH\end{matrix}$.

Quest' acido interessante l' ottenni seguendo le indicazioni date da Pechmann (*) per azione dell'acido solforico concentrato sopra l'acido citrico secco. Il prodotto della reazione venne lavato accuratamente con acqua, che ne scioglie gran parte, e quindi seccato nel vuoto. Per lo scopo delle misure ho trovato conveniente purificarlo disciogliendolo nell'acetone leggermente riscaldato, e quindi precipitarlo con cloroformio in cui è quasi insolubile. Ripetuta molte volte questa operazione, si ottiene l'acido in aghi bianchissimi e perfettamente puro. Fonde a 135°, come il prodotto di Pechmann.

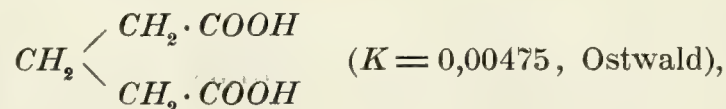
$$\mu_\infty = 354$$

v	μ	$100\,m$	$100\,k$
21,46	43,12	12,18	0,0787
42,92	59,17	16,71	0,0781
85,84	79,43	22,43	0,0756
171,68	105,91	29,91	0,0743
343,36	138,89	39,23	0,0737
686,72	172,23	48,65	0,0671

$$K = 0,079$$

(*) L. Annalen, 261, pag. 151.

È un acido abbastanza forte. La sua costante però va diminuendo notevolmente con l'aumentare della diluizione, ciò che è dovuto alla grandissima alterabilità di questa sostanza in soluzione acquosa, come Pechmann stesso ha fatto osservare: quest'acido si scinde facilmente in acetone ed anidride carbonica. Durante la misura infatti, sugli elettrodi, si vedono svolgere bollicine gassose. La sostituzione di due atomi d'idrogeno nell'acido glutarico,

$$CH_2 \langle {CH_2 \cdot COOH \atop CH_2 \cdot COOH} \quad (K = 0{,}00475, \text{ Ostwald}),$$

con un atomo di ossigeno ne ha aumentata la costante di oltre 15 volte. Mi propongo di continuare lo studio della conducibilità elettrica degli acidi pirrolcarbonici ed indolcarbonici.

Bologna, Laboratorio di chimica generale 9 Aprile 1892.

INTORNO ALL'AZIONE DEGLI ALCALI CAUSTICI

SUL

GRUPPO BIOSSIMETILENICO CONTENUTO NELL'ISOSAFROLO

MEMORIA

DI

GIACOMO CIAMICIAN E PAOLO SILBER

(Letta nella Sessione del 10 Aprile 1892).

In questi ultimi anni abbiamo avuto più volte occasione di studiare il comportamento con gli alcali del gruppo biossimetilenico, che frequentemente si riscontra nei composti organici naturali. Questa forma di etere ha nei differenti corpi, in cui é contenuta, un contegno cosi diverso, che non é per ora possibile esprimerlo con una regola generale. Si può dire soltanto, che l'ossimetilene é in genere meno resistente all'azione degli acidi e degli alcali dell'ossimetile. L'acido jodidrico lo scinde facilmente, ma non si sa esattamente in che modo avvenga lo sdoppiamento. Facendo ad es. agire quest'acido nell'apparecchio di Zeisel, che serve al dosamento dell'ossimetile, sull'acido piperonilico, si ottiene l'acido protocatecico, ma nella soluzione alcoolica di nitrato d'argento non si forma nessun precipitato. Ciò conferma il fatto da noi (*) e da altri (**) osservato, che la presenza del biossimetilene non influisce sulla determinazione dell'ossimetile col metodo di Zeisel, ma non spiega in che modo il metilene venga eliminato.

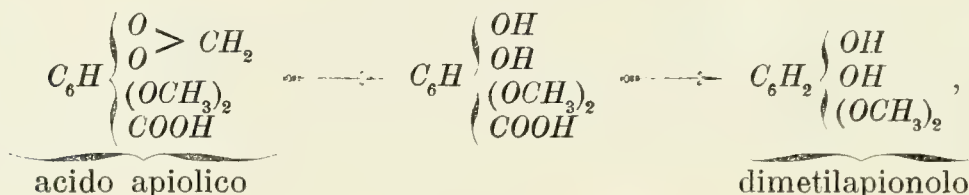
La reazione indicata dalle seguenti formole:

$$\underbrace{C_6H_3\begin{cases} O \\ O \end{cases}\!\!> CH_2 \\ \quad\;\; COOH}_{\text{acido piperonilico}} \longrightarrow \underbrace{C_6H_3\begin{cases} OH \\ OH \\ COOH \end{cases}}_{\text{acido protocatecico}},$$

potrebbe compiersi, secondo Fittig e Remsen (***), semplicemente con separazione di carbonio allo stato libero.

(*) Gazzetta chimica, 18, pag. 405 e 21, pag. 488.
(**) F. W. Semmler Berl. Ber. 24, pag. 3818.
(***) Liebigs Annalen 159, pag. 139.

Gli alcali saponificano in genere più facilmente l'ossimetilene dell' ossimetile. La potassa caustica fondente elimina tanto il metile che il metilene, perché ad es. in questo modo si ottiene l'acido protocatecico tanto dall' acido veratrico (*) che dall' acido piperonilico (**). La potassa alcoolica ha invece un'azione elettiva: in molti casi saponifica soltanto il gruppo biossimetilenico, rispettando l'ossimetile. L'acido piperonilico dà in questo modo ugualmente l'acido protocatecico, ma l' acido apiolico viene scomposto soltanto parzialmente:

$$\underbrace{C_6H\begin{cases}O\\O\end{cases}\!\!> CH_2\;\begin{matrix}(OCH_3)_2\\COOH\end{matrix}}_{\text{acido apiolico}} \longrightarrow C_6H\begin{cases}OH\\OH\\(OCH_3)_2\\COOH\end{cases} \longrightarrow \underbrace{C_6H_2\begin{cases}OH\\OH\\(OCH_3)_2\end{cases}}_{\text{dimetilapionolo}},$$

dando un acido, da cui abbiamo ottenuto il dimetilapionolo (***).

La presente ricerca venne istituita allo scopo di servire da complemento e di conferma ai nostri studi sulle materie contenute nelle corteccie di *Coto*. Avendo supposto la presenza dell' ossimetilene nella protocotoina ed avendo trovato, che in questo caso la reazione non avveniva nel modo previsto, abbiamo creduto necessario ricorrere a qualche altra sostanza di nota costituzione, che contenesse l'ossimetilene, per vedere se l'azione della potassa alcoolica conduceva ad analoghi resultati.

Abbiamo scelto come termine di confronto l'isosafrolo, ma a nostra sorpresa l'esperienza ha dimostrato, che in questo corpo l'ossimetilene ha un contegno diverso da quello, che si osserva nell' acido apiolico e piperonilico e nella protocotoina.

La ricerca non ha perciò servito allo scopo pel quale venne intrapresa, pure crediamo utile riportare qui i resultati ottenuti, perché illustrano il carattere chimico dell'ossimetilene, sebbene non siano sufficienti ad esaurire del tutto l'argomento.

La protocotoina e la metilprotocotoina, ossia gli eteri dimetilico e trimetilico della piperonoilfloroglucina danno per azione della potassa in soluzione d' alcool metilico, come abbiamo dimostrato ultimamente (****),

(*) W. Körner, Gazzetta chimica 6, pag. 144.
(**) In seguito alle nostre esperienze descritte ultimamente.
(***) Gazzetta chimica 19, pag. 113 e 21, pag. 168.
(****) Memoria della R. Accademia di Bologna Seria V, vol. 2. pag. 401.

prodotti in cui il metilene è rimpiazzato da un gruppo metilico:

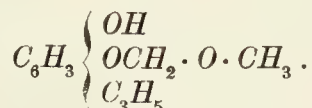
$$C_6H_2 \left\{ \begin{matrix} OH \\ (OCH_3)_2 \end{matrix} \right. \cdot CO \cdot C_6H_3 \left\{ \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \right. > CH_2 \longrightarrow C_6H_2 \left\{ \begin{matrix} OH \\ (OCH_3)_2 \end{matrix} \right. \cdot CO \cdot C_6H_3 \left\{ \begin{matrix} OH \\ OCH_3 \end{matrix} \right. ,$$

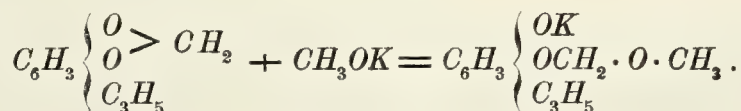
etere dimetilico della piperonoilfloroglucina — etere dimetilico della vanilloilfloroglucina

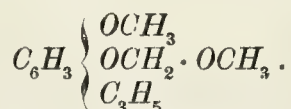
$$C_6H_2 \{ (OCH_3)_3 \cdot CO \cdot C_6H_3 \left\{ \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \right. > CH_2 \longrightarrow C_6H_2 \{ (OCH_3)_3 \cdot CO \cdot C_6H_3 \left\{ \begin{matrix} OH \\ OCH_3 \end{matrix} \right. .$$

etere trimetilico della piperonoilfloroglucina — etere trimetilico della vanilloilfloroglucina

Sull' isosafrolo la potassa, in soluzione d' alcool metilico, ha invece un' azione diversa e noi crediamo probabile, che si formi un composto della seguente costituzione:

$$C_6H_3 \left\{ \begin{matrix} OH \\ OCH_2 \cdot O \cdot CH_3 \\ C_3H_5 \end{matrix} \right. .$$

La trasformazione dell' isosafrolo sarebbe in questo caso da interpretarsi nel seguente modo, supponendo che la soluzione di potassa in alcool metilico agisca come metilato potassico:

$$C_6H_3 \left\{ \begin{matrix} O \\ O \\ C_3H_5 \end{matrix} \right. > CH_2 + CH_3OK = C_6H_3 \left\{ \begin{matrix} OK \\ OCH_2 \cdot O \cdot CH_3 \\ C_3H_5 \end{matrix} \right. .$$

Si ottiene realmente un composto di natura fenica, il quale è eterificabile, convertendosi per azione del joduro metilico in un corpo neutro, a cui si potrebbe attribuire la seguente formola:

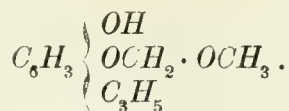
$$C_6H_3 \left\{ \begin{matrix} OCH_3 \\ OCH_2 \cdot OCH_3 \\ C_3H_5 \end{matrix} \right. .$$

Lo ripetiamo, con le esperienze descritte in questa Memoria, noi non intendiamo avere dimostrato in modo assoluto l'esistenza di questi corpi, ci sembra soltanto, che, in tal modo, si possa tentare di dare una soddisfacente spiegazione dei fatti da noi osservati. Siccome questi studi, come s'è detto, erano stati fatti con altra intenzione, non abbiamo avuto agio di condurli a compimento.

I.

Noi abbiamo scaldato a 160-170° in tubo chiuso, per 6 fino ad 8 ore, 10 gr. di isosafrolo con 10 gr. di potassa fusa e 10 c. c. d'alcool metilico. Dopo il riscaldamento si nota presenza di idrogeno, che si sprigiona all'atto di aprire i tubi, ed il loro contenuto è formato da un liquido vischioso, colorato in giallobruno. Svaporando la soluzione alcalina a b. m., per eliminare l'alcool metilico, la prima va colorandosi in nero per influenza dell'ossigeno atmosferico, onde evitare questa parziale ossidazione conviene meglio agitare direttamente con etere, il liquido allungato con acqua, per estrarre così quella parte d'isosafrolo, che rimane inalterata. Acidificando e dibattendo poi una seconda volta col medesimo solvente, si estrae il fenolo, che si secca nella stessa soluzione eterea con carbonato potassico anidro. Distillando l'etere a b. m. prima a pressione ordinaria e poi a forte rarefazione, per eliminarlo fino alle ultime tracce, si ottiene un liquido debolmente colorato, la cui quantità è uguale a quella del safrolo impiegato, sebbene una parte di quest'ultimo, quella rimasta inalterata, sia stata precedentemente asportata con etere. Questo fatto dimostra come l'alcool metilico debba avere preso parte alla reazione, che non può perciò essere considerata quale semplice saponificazione.

Il prodotto così ottenuto, venne distillato a pressione ridotta; l'operazione richiede speciali cure ed una rapida esecuzione, perchè altrimenti gran parte del fenolo si altera profondamente. Le ultime porzioni si scompongono malgrado tutte le cautele e perciò conviene arrestare la distillazione quando metà del liquido è già passato. Questo bolle, a circa 16 m. m. di pressione, a 173° ed ha l'aspetto d'un olio denso, debolmente colorato in giallo. Per l'analisi venne più volte rettificato a pressione fortemente ridotta.

I numeri ottenuti sono i seguenti, che, come si vede, si accostano a quelli richiesti dalla suaccennata formola

$$C_6H_3 \left\{ \begin{array}{l} OH \\ OCH_2 \cdot OCH_3 \\ C_3H_5 \end{array} \right. .$$

0,2190 gr. di materia dettero 0,5460 gr. di CO_2 e 0,1412 gr. di H_2O.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{11}H_{14}O_3$
C	67,99	68,04
H	7,16	7,22 .

II.

Il composto fenico ora descritto si eterifica facilmente per azione del joduro metilico e potassa. Noi abbiamo impiegato il prodotto greggio, perchè nella distillazione gran parte di esso va perduta. Per trasformarlo nell'etere metilico è sufficiente prendere la quantità di joduro metilico corrispondente ad una sola molecola; nel prodotto della reazione rimane sempre, è vero, una parte di materia solubile negli alcali, ma anche impiegando la doppia quantità di joduro alcoolico non si ottiene un resultato migliore. Tutto ciò accenna alla presenza d'un solo ossidrile nella molecola del fenolo in questione.

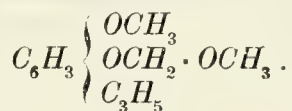
L'operazione venne eseguita scaldando questo ultimo, in soluzione potassica d'alcool metilico, con joduro di metile a b. m., in un apparecchio a ricadere provvisto d'una colonna di mercurio per aumentare la pressione. Da principio si scalda lievemente, poi si bolle; la digestione venne protratta per 4-5 ore. In fine si distilla l'alcool e si riprende il residuo con potassa in eccesso. Il composto eterificato, che rimane indisciolto, fu esportato con etere, seccato nella soluzione eterea con cloruro calcico e distillato a pressione ridotta. Il punto d'ebollizione del prodotto greggio, così ottenuto, è costante: a circa 20 mm. passa quasi tutto a 184-185°. Nel pallone rimane un piccolo residuo di materia vischiosa. Il rendimento è indicato dalle seguenti cifre:

da 22 gr. di fenolo, con 6 gr. di potassa fusa sciolta in 40 c. c. d'alcool metilico, e 15 gr. di joduro metilico, si ottennero 12 gr. di etere. Dalla stessa quantità di fenolo (21,8 gr. e 21,7 gr.) con 7 o 16,5 gr. di potassa, sciolta ugualmente in 40 c. c. d'alcool metilico, e 18 o 22 gr. di joduro di metile, si ebbe la stessa quantità di etere rettificato a pressione ridotta.

La parte che rimane sciolta nella potassa non invita per le sue proprietà ad uno studio ulteriore. È nera, catramosa e si scompone nella distillazione.

Il prodotto eterificato venne frazionato replicatamente a pressione ordinaria, a cui distilla quasi senza alterarsi (nel palloncino rimane un pic-

colo residuo resinoso) a 285°. Il punto d'ebollizione è costante anche in queste condizioni. Il distillato costituisce un liquido alquanto vischioso perfettamente privo di colore. All'analisi dette i numeri seguenti, che coincidono con quelli richiesti dalla formola:

$$C_6H_3 \begin{cases} OCH_3 \\ OCH_2 \cdot OCH_3 \\ C_3H_5 \end{cases}.$$

I. 0,2568 gr. di sostanza dettero 0,6498 gr. di CO_2 e 0,1788 gr. di H_2O.
II. 0,1330 gr. di sostanza, proveniente da una seconda preparazione, dettero 0,3385 gr. di CO_2 e 0,0930 gr. di H_2O.
In 100 parti:

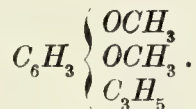
	trovato		calcolato per la formola $C_{12}H_{16}O_3$
	I.	II.	
C	69,01	69,41	69,23
H	7,73	7,77	7,69 .

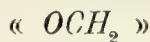
Le analisi del composto metilato stanno dunque in buona armonia con quelle del fenolo primitivo; tuttavia le formole di queste sostanze appariscono a ragione alquanto strane e noi le pubblichiamo *con la massima riserva*.

Per azione della potassa alcoolica sull'isosafrolo era da aspettarsi la formazione di fenoli della seguente natura:

$$C_6H_3 \begin{cases} OH \\ OH \\ C_3H_5 \end{cases} \quad \text{o} \quad C_6H_3 \begin{cases} OH \\ OCH_3 \\ C_3H_5 \end{cases},$$

dai quali si sarebbe ottenuto un etere dimetilico identico all'isometileugenolo o al metileugenolo:

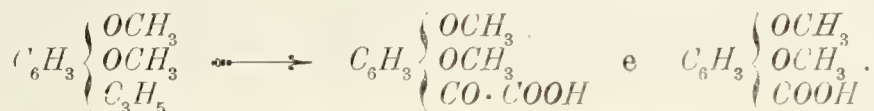
$$C_6H_3 \begin{cases} OCH_3 \\ OCH_3 \\ C_3H_5 \end{cases}.$$

Il composto da noi analizzato sembra invece contenere un gruppo ossimetilenico

« OCH_2 »

in più ed il suo punto d'ebollizione è inoltre più elevato di quello dell'isometileugenolo, che distilla a 263°, e del metileugenolo, che bolle a 247-

248°. Malgrado la costanza del punto di ebollizione non è impossibile, che l'etere descritto sia un miscuglio, come anche il fenolo da cui deriva, e che la coincidenza delle nostre analisi con la formola suindicata sia puramente casuale. Noi non possiamo escludere tale supposizione, ma dobbiamo in ogni modo ammettere, che nell'etere da noi studiato, oltre all'isometileugenolo (o metileugenolo), sia contenuta una sostanza di speciale costituzione.

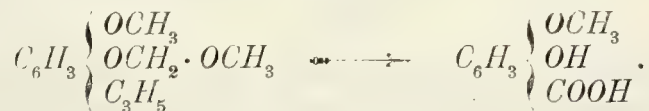
III.

L'etere in parola non contiene certamente ossidrili liberi, perchè è insolubile negli alcali e non agisce neppure col sodio metallico, tuttavia dà per ossidazione un miscuglio molto complicato di acidi, da cui abbiamo potuto estrarre l'*acido isovanillinico*, che contiene notoriamente un ossidrile fenico libero. La formazione di questo corpo non potrebbe spiegarsi ammettendo ch'esso provenga dal metilisoeugenolo o dal metileugenolo, perchè queste sostanze danno per ossidazione derivati della dimetilpirocatechina, cioè l'acido veratrico e l'acido veratroilcarbonico:

$$C_6H_3\left\{\begin{matrix}OCH_3\\OCH_3\\C_3H_5\end{matrix}\right. \longrightarrow C_6H_3\left\{\begin{matrix}OCH_3\\OCH_3\\CO\cdot COOH\end{matrix}\right. \quad e \quad C_6H_3\left\{\begin{matrix}OCH_3\\OCH_3\\COOH\end{matrix}\right. .$$

Supponendo invece, che nel prodotto sia contenuta una sostanza della formola suindicata, si può comprendere più facilmente la formazione dell'acido isovanillinico, perchè apparisce meno inverosimile che il gruppo:

$$— CH_2OCH_3$$

venga eliminato per ossidazione:

$$C_6H_3\left\{\begin{matrix}OCH_3\\OCH_2\cdot OCH_3\\C_3H_5\end{matrix}\right. \longrightarrow C_6H_3\left\{\begin{matrix}OCH_3\\OH\\COOH\end{matrix}\right. .$$

L'operazione venne eseguita ossidando 7,5 gr. dell'etere descritto, sospeso in 600 c. c. d'acqua bollente, resa alcalina con potassa, mediante una soluzione calda di 35 gr. di permanganato potassico in 1750 c. c. di acqua. Per rendere completa la riduzione del camaleonte è necessario scaldare per circa 2 ore a b. m. Il filtrato, notevolmente concentrato, dà per acidificazione un precipitato bianco, pulverulento, che venne fatto cristalliz-

zare replicatamente dall'acqua bollente e poi dall'alcool. In questo modo si riesce ad ottenere, dopo ripetute cristallizzazioni, una sostanza, che fonde a 251° ed ha tutte le proprietà dell'*acido isovanillinico*. L'analisi dette del pari numeri concordanti con quelli richiesti dalla formola di questo corpo.

0,1768 gr. di materia dettero 0,3688 gr. di CO_2 e 0,0766 gr. di H_2O.

In 100 parti:

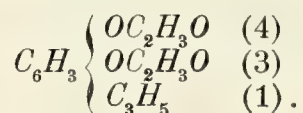
	trovato	calcolato per la formola $C_8H_8O_4$
C	56,88	57,14
H	4,81	4,76 .

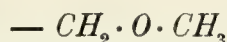
Nelle acque madri, da cui venne separato l'acido isovanillinico, sono contenute altre sostanze, che costituiscono un miscuglio imbrogliatissimo. Noi non abbiamo potuto dedicarvi il tempo necessario per risolverlo e ci limiteremo ad accennare, che dalla materia ottenuta per svaporamento, la quale fonde fra 180 e 200°, si può estrarre mediante l'acido acetico un acido, che fonde a 207° e che potrebbe essere l'acido vanillinico.

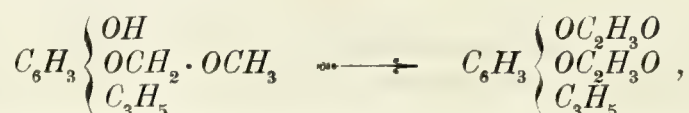
Il liquido acquoso colorato in giallo, filtrato da questo miscuglio di acidi poco solubili nell'acqua, cede all'etere delle altre sostanze, che conterranno probabilmente gli acidi chetonici, di cui non ci siamo occupati.

IV.

Il fenolo greggio suaccennato si combina coll'anidride acetica e dà un prodotto oleoso, da cui col raffreddamento e col riposo si separa una sostanza cristallina, che ha la seguente composizione:

$$C_6H_3 \begin{cases} OC_2H_3O & (4) \\ OC_2H_3O & (3) \\ C_3H_5 & (1). \end{cases}$$

Come si vede, essa è il *diacetato della metapropenilpirocatechina*. Anche qui si potrebbe supporre che il diacetato si sia formato per sostituzione del gruppo:

$$— CH_2 \cdot O \cdot CH_3$$

coll'acetile nel fenolo primitivo:

$$C_6H_3 \begin{cases} OH \\ OCH_2 \cdot OCH_3 \\ C_3H_5 \end{cases} \longrightarrow C_6H_3 \begin{cases} OC_2H_3O \\ OC_2H_3O \\ C_3H_5 \end{cases},$$

oppure, ammettendo che questo sia un miscuglio, per semplice salificazione della propenilpirocatechina già presente nella materia impiegata:

$$C_6H_3\left\{\begin{array}{l}OH\\OH\\C_3H_5\end{array}\right. \longrightarrow C_6H_3\left\{\begin{array}{l}OC_2H_3O\\OC_2H_3O\\C_3H_5\end{array}\right. .$$

Oltre all'acetato solido si forma un prodotto oleoso, che non siamo riusciti a fare cristallizzare e dal quale abbiamo potuto ottenere per ossidazione un *acido monoacetilprotocatecico.*

22 gr. del fenolo greggio vennero bolliti a ricadere per 6 ore con 60 gr. di anidride acetica e 10 gr. di acetato sodico anidro. Il prodotto, che per raffreddamento si rapprende in una massa cristallina, cede per distillazione a pressione ridotta l'eccesso di anidride e si trasforma, per digestione con una soluzione diluita di carbonato sodico, in una materia semisolida, che venne disciolta nell'etere. La soluzione, seccata col cloruro calcico e liberata dal solvente, dà un residuo oleoso, che passa, alla pressione di circa 24 mm., fra 214 e 218°. Il distillato così ottenuto (15,5 gr. da 22 gr. di fenolo impiegato), è un liquido lievemente colorato in giallo, che per raffreddamento col miscuglio frigorifero si solidifica parzialmente. La materia cristallina può venire facilmente separata dall'olio per filtrazione e liberata completamente da quest'ultimo stendendola su dei piatti porosi di porcellana. Per purificarla la si fa poi cristallizzare da poco alcool, da cui si separa in squamette perlacee, che fondono a 96°,5. L'acetato bolle con lieve scomposizione a 305-308°.

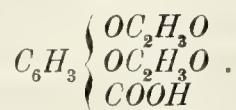
L'analisi dette numeri concordanti con quelli richiesti dalla suindicata formola.

0,2730 gr. di sostanza dettero 0,6672 gr. di CO_2 e 0,1520 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_{13}H_{14}O_4$
C	66,65	66,66
H	6,18	5,98 .

La costituzione di questa sostanza viene provata in modo non dubbio dal suo prodotto di ossidazione. Si ottiene l'*acido diacetilprotocatecico,* descritto da I. Herzig (*):

$$C_6H_3\left\{\begin{array}{l}OC_2H_3O\\OC_2H_3O\\COOH\end{array}\right. .$$

(*) Monatshefte für Chemie. VI. pag. 872.

L'operazione venne eseguita trattando 3 gr. del diacetato, sospeso in 300 c. c. d'acqua bollente, acidificata con 15 c. c. d'acido solforico al 10 pcto., con una soluzione di 10 gr. di permanganato potassico, sciolto in 600 c. c. d'acqua. Si riscalda poi per due ore a b. m. e si filtra il liquido acido dagli ossidi manganici. Per estrazione con etere si ottiene un acido, il quale, dopo alcune cristallizzazioni dall'acqua fonde a 155-156°. Herzig dà per l'acido diacetilprotocatecico, da lui scoverto, il punto di fusione 151-153°. Il nostro composto è, malgrado la piccola differenza nel punto di fusione, certamente identico al suo. Ciò venne confermato anche dalla seguente analisi:

0,2204 gr. di sostanza dettero 0,4500 gr. di CO_2 e 0,0872 gr. di H_2O.

In 100 parti:

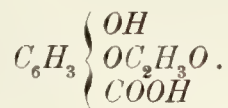
	trovato	calcolato per la formola $C_{11}H_{10}O_6$
C	55,68	55,46
H	4,39	4,20 .

L'acido diacetilprotocatecico è solubile nell'etere, nell'alcool e nell'acqua bollente, da cui si separa per raffreddamento in cristalli raggruppati. La sua soluzione acquosa non si colora col cloruro ferrico. Bollito con gli alcali caustici dà acido protocatecico.

Il prodotto che rimane liquido a bassa temperatura, anche dopo prolungato riposo, dal quale venne a più riprese separato il composto cristallino descritto, bolle, a pressione ordinaria senza notevole scomposizione, a 306-307°, ed è certamente un miscuglio del diacetato solido, che rimane disciolto nella parte oleosa. Ciò viene provato dai prodotti di ossidazione, che sono l'*acido diacetilprotocatecico* ed un'*acido monoacetilprotocatecico*. Versando a poco a poco una soluzione calda di 17 gr. di permanganato potassico in 800 c. c. d'acqua nel liquido, parimenti riscaldato, in cui sono sospesi 5 gr. dell'acetato in 500 c. c. d'acqua, acidificato con 20 c. c. d'acido solforico al 5 p.cto., avviene una pronta ossidazione del composto acetilico. Il liquido filtrato dagli ossidi di manganese, cede all'etere un miscuglio di sostanze solide (4,5 gr. da 5 gr. di acetato), che vennero fatte cristallizzare ripetutamente dall'acqua. In questo modo si separa, quale composto meno solubile, l'acido diacetilprotocatecico già descritto, che venne riconosciuto per tale al suo punto di fusione 155° ed alle altre sue proprietà. Per liberarlo completamente dall'altra sostanza più solubile conviene infine farlo cristallizzare da poco alcool. Quest'ultima rimane nelle acque madri e può ottenersi per concentrazione delle medesime. Il prodotto, che va separandosi, è un miscuglio, dal quale si può estrarre un composto unico, impiegando quale solvente l'etere acetico. Per ripetute

cristallizzazioni dal medesimo, si riesce ad ottenere degli aghetti raggruppati, che fondono a 197-199°.

Questo corpo ha, come si vede dalla seguente analisi, la composizione di un *acido monoacetilprotocatecico:*

$$C_6H_3 \begin{cases} OH \\ OC_2H_3O \\ COOH \end{cases} .$$

0,1932 gr. di materia dettero 0,3902 gr. di CO_2 e 0,0712 gr. di H_2O.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_9H_8O_5$
C	55,08	55,10
H	4,09	4,08 .

È solubile nell'etere, nell'alcool, nell'etere acetico caldo e nell'acqua bollente. In soluzione idroalcoolica non si colora col cloruro ferrico.

Nelle ultime acque madri sono poi contenute rilevanti quantità d'acido protocatecico, provenienti forse da una parziale scomposizione dei due derivati acetilici descritti.

Le presenti ricerche, che, come s'è detto, non bastano ad esaurire il problema pel quale vennero intraprese, saranno continuate in questo laboratorio, sebbene noi non crediamo di potercene più occupare direttamente.

Bologna 13 Aprile 1892, dal Laboratorio di Chimica generale dell'Università.

SOPRA ALCUNI DERIVATI

DELL' IDROCHINONE, DELLA RESORCINA E DELLA FLOROGLUCINA

NOTA

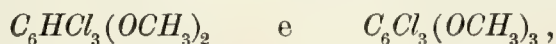
DI

GIACOMO CIAMICIAN e PAOLO SILBER

(Letta nella Sessione del 24 Aprile 1892).

Gli studj da noi recentemente pubblicati intorno alla costituzione delle sostanze contenute nelle corteccie di *Coto* hanno reso necessarie alcune ricerche ausiliarie, che naturalmente non avevano altro scopo che quello di preparare in certo modo la soluzione del problema principale. Parte di questi lavori, che sono rimasti incompleti, perchè il loro precipuo interesse venne a mancare con la scoperta della costituzione delle *Cotoine,* è stata già pubblicata, e precisamente quella che si riferiva al comportamento del gruppo bissimetilenico in alcune sostanze organiche (*); l' altra parte delle esperienze, fatte sempre nell' intento suindicato ma risguardanti un altro lato della quistione principale, forma oggetto della presente comunicazione.

Avendo trovato che alcune *Cotoine* (**) si scindono per azione del pentacloruro di fosforo in composti clorurati, che ci sembrarono essere derivati di eteri fenici, abbiamo tentato per differenti vie di arrivare a scoprirne la costituzione chimica. I composti in parola sono, come è noto, i seguenti:

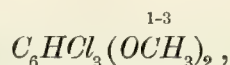
$$C_6HCl_3(OCH_3)_2 \qquad e \qquad C_6Cl_3(OCH_3)_3 \,,$$

di cui il primo fonde a 174° ed il secondo a 130-131°.

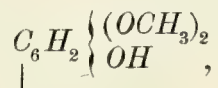
Quest' ultimo, come è ora del pari risaputo (***), non è altro che l' *etere*

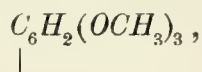
(*) Memoria dell' Accademia di Bologna 1892.
(**) Gazz. chimica. 21. II. pag. 473.
(***) Memorie dell' Accademia di Bologna Serie V, vol. 2. pag. 401.

trimetilico della tricloroflorogluicina, perchè dà per riduzione con alcool e sodio appunto l' etere trimetilfloroglucinico. — Mentre il Dott. Bartolotti si accingeva alla ricerca, che condusse ad una pronta soluzione del problema, noi, d' altro canto, tentavamo di preparare per via sintetica il composto che fonde a 174°. Questa parte del lavoro era naturalmente la più difficile e, come diremo in seguito, non condusse al resultato desiderato. D' altronde bene s' intende che con la trasformazione del suddetto corpo in trimetilfloroglucina, ogni ulteriore indagine relativa alla natura dell' altra sostanza divenne superflua, ed è questa la ragione per cui le nostre esperienze in proposito rimasero incomplete.

L' etere fenico, che fonde a 174°, non può essere che una *tricloro-dimetilresorcina*

$$C_6HCl_3\overset{1-3}{(OCH_3)_2},$$

in cui rimane indeterminata la posizione relativa dei tre atomi di cloro in essa contenuti. La sua formazione dall' idrocotoina e dalla protocotoina ovvero, come può dirsi ora che si conosce la costituzione di questi corpi, dalla benzoildimetilfloroglucina e dalla piperonoildimetilfloroglucina, può essere interpretata in vari modi. — Certamente è il residuo comune a queste due sostanze:

$$\underset{|}{C_6}H_2\left\{\begin{matrix}(OCH_3)_2\\ OH\end{matrix}\right.,$$

quello che si trasforma per azione del pentacloruro di fosforo in tricloro-dimetilresorcina, in modo analogo alla eliminazione del gruppo:

$$\underset{|}{C_6}H_2(OCH_3)_3,$$

proprio alla benzoiltrimetilfloroglucina ed alla piperonoiltrimetilfloroglucina, che dà origine alla triclorotrimetilfloroglucina.

Nel primo caso evidentemente l' ossidride viene rimpiazzato dal cloro:

$$\underset{|}{C_6}H_2\left\{\begin{matrix}(OCH_3)_2\\ OH\end{matrix}\right. \longrightarrow \underset{\underset{Cl}{|}}{C_6}HCl\left\{\begin{matrix}(OCH_3)_2\\ Cl\end{matrix}\right.,$$

ma non ha luogo una completa sostituzione degli atomi d' idrogeno, come avviene nel secondo:

$$\underset{|}{C_6}H_2(OCH_3)_3 \longrightarrow \underset{\underset{Cl}{|}}{C_6}Cl_2(OCH_3)_3.$$

Per spiegare questa diversa azione del cloro nascente, che nella reazione si libera dal pentacloruro di fosforo, possono farsi diverse supposizioni, che noi non staremo qui a discutere, perchè non abbiamo fatto finora nessuna esperienza che valga a confortarle.

I. Azione del cloro sul dimetilidrochinone.

I prodotti di clorurazione dei tre ossibenzoli sono stati largamente studiati in questi ultimi tempi, ma non lo sono stati ugualmente quelli dei corrispondenti derivati eterei. I prodotti di clorurazione del dimetilidrochinone furono preparati molti anni or sono dal Habermann (*) il quale descrisse un composto biclorurato ed uno tetraclorurato. Noi abbiamo ripreso lo studio di questi corpi allo scopo di cercare d'ottenere il triclorodimetilidrochinone.

L' etere dimetilico dell' idrochinone venne preparato secondo la prescrizione di Mühlhäúser (**) ed ottenuto facilmente allo stato di perfetta purezza; su di esso abbiamo fatto agire il cloro in soluzione d' acido acetico glaciale prima a bassa temperatura e poi senza raffreddare. I prodotti della reazione non sono gli stessi nei due casi. Habermann operò senza tener conto del riscaldamento che si produce nella reazione.

Facendo passare una corrente di cloro secco in una soluzione, raffreddata con acqua, di 3 gr. di dimetilidrochinone in 10 cc. d' acido acetico glaciale, si vedono svolgersi abbondanti nebbie di acido cloridrico e dopo 5 minuti circa il liquido si rapprende in una massa cristallina. Il prodotto solido, lavato con acqua e cristallizzato dall' alcool, si presenta in prismi, bianchi, che fondono a 131°. Questo corpo è un *diclorodimetilidrochinone,* come lo prova la seguente determinazione dell' alogeno in esso contenuto.

0,3504 gr. di sostanza dettero 0,4857 gr. di $AgCl$.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_8H_8Cl_2O_2$
Cl	34,29	34,29 .

È probabilmente identico al prodotto ottenuto da Habermann; diciamo probabilmente, perchè le proprietà indicate da questo autore non coincidono perfettamente con le nostre osservazioni. Il composto da lui

(*) Berl. Ber. 11 pag. 1035.

(**) Liebigs Annalen der Chemie 207, pag. 252.

ottenuto si rammollisce a 113-116°, diventando bruno, e sublima, fonde poi a 126°. Il nostro fonde, come s'è detto, senza rammollirsi e senza colorarsi a 131°.

Nelle condizioni da noi osservate non si formano altre sostanze oltre a quella descritta.

Se si tratta il dimetilidrochinone in soluzione acetica con cloro senza raffreddare il liquido, si ottiene un miscuglio dei prodotti tri e tetraclorurati; inoltre si forma anche del cloroanile. Habermann ottenne su per giù gli stessi prodotti continuando a fare passare il cloro nel liquido da cui aveva separato il suo diclorodimetilidrochinone.

Noi non abbiamo purificato completamente i due composti perché ci siamo accorti subito che il triclorodimetilidrochinone non è identico al composto derivante dalle cotoine. Sebbene le seguenti esperienze sieno perciò incomplete, pure le descriviamo perché potranno forse servire ad altri, che intendesse continuare lo studio di questa reazione.

Se si fa passare il cloro secco in una soluzione di dimetilidrochinone nella tripla quantità di acido acetico glaciale, senza aver cura di raffreddare il liquido, questo si riscalda e si colora in giallo. Dopo un certo tempo la temperatura torna a scendere e si separa una massa cristallina gialla. La reazione venne interrotta a questo punto ed il prodotto versato nell'acqua. La materia cristallina, lavata ripetutamente con acqua, venne sciolta nell'alcool bollente. Dalla soluzione, per raffreddamento, si separano dei cristalli colorati in giallo. Questi sono un miscuglio di cloroanile e del tetraclorodimetilidrochinone. Trattati con potassa cedono a questa il primo e diventano bianchi. Cristallizzati poi dall'alcool fondono a 164°, All'analisi dettero numeri, che si accostano a quelli richiesti dal *tetraclorodimetilidrochinone.*

0,1530 gr. di sostanza dettero 0,3153 gr. di $AgCl$.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_8H_6Cl_4O_2$
Cl	50,98	51,45 .

Habermann ottenne pel composto di questa formola un punto di fusione più basso, 153-154°. Il tetraclorodimetilidrochinone si presenta in aghi finissimi intrecciati.

Nel liquido alcoolico, ottenuto nella prima cristallizzazione del prodotto greggio, si trova disciolta un'altra sostanza, che sarà certo il *triclorodimetilidrochinone.* Concentrando il liquido si ottiene una materia cristallizzata in aghi gialli, impura per cloroanile. Liberata da questo con la potassa e

cristallizzata dall'alcool, forma aghetti bianchi finissimi, che fondono a 91°.

All' analisi dettero i numeri seguenti:

0,3296 gr. di materia diedero 0,5835 gr. di $AgCl$.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_8H_7Cl_3O_2$
Cl	43,79	44,09 .

Il composto, come si vede, non era perfettamente puro. — Anche Habermann accenna ad una sostanza di questa composizione, che fonderebbe a 79°. — Il triclorodimetilidrochinone è più solubile nell' alcool degli altri due composti clorurati.

II. Sull' etere dimetilico della resorcina.

Contemporaneamente alle accennate esperienze sul dimetilidrochinone volevamo istituirne delle altre sull' etere dimetilico della resorcina.

La dimetilpirocatechina ci sembró la meno adatta a condurci alla sostanza clorurata di cui andavamo in traccia.

L' etere dimetilico della resorcina è stato studiato da diversi autori; venne descritto per la prima volta dal Habermann (*), che l' ottenne per eterificazione col metilsolfato potassico e poi dall' Oechsner (**), che lo preparó col joduro metilico. Malgrado tutto ció, e sebbene il detto composto sia stato oggetto di esatte misure fisico-chimiche per parte di R. Schiff (***) ed altri, era da prevedersi che la sua purificazione avrebbe presentato gravi difficoltà, non considerate dagli autori citati, perchè ora, grazie alle belle esperienze di Herzig e Zeisel, si sa, che la resorcina nell' eterificazione dà, assieme ai veri eteri, dei composti chetonici che non possono essere tanto facilmente eliminati. Il vero etere dietilico della resorcina è stato ottenuto assai recentemente (****), mentre chi lo preparó pel primo non supponeva neppure d' avere descritto come sostanza unica un miscuglio di diversi prodotti.

Noi abbiamo trovato che tanto impiegando il joduro di metile quanto anche il metilsolfato potassico, si forma un prodotto, che, sebbene abbia un punto di ebollizione abbastanza uniforme e corrispondente a quello indicato dai citati autori, non contiene la quantità di ossimetile voluta dalla

(*) Berl. Ber. 10, pag. 868.
(**) Bul. de la société chimique de Paris. 34 pag. 150.
(***) Beilstein, Handbuch der organischen Chemie 2.da edizione. vol. II pag. 585.
(****) Monatshefte für Chemie 1890. XI pag. 300.

formola dell' etere dimetilico della resorcina. Si puó dire perció che questa ultima sostanza non é ancora conosciuta; la sua preparazione richiederebbe perció uno studio speciale, che noi non abbiamo creduto opportuno eseguire. Le esperienze che descriviamo possono considerarsi quali prove preliminarj, che potranno essere utilizzate da chi vorrá intraprendere l' ulteriore ricerca.

Noi abbiamo trattato 50 gr. di resorcina sciolta in 150 cc. d' alcool metilico, contenente 50 gr. di potassa, con 130 gr. di joduro di metile. Il tutto venne scaldato poi a ricadere a *b. m.* in un apparecchio a pressione di 25 cm. di mercurio, per quattro ore. Il prodotto cosí ottenuto é ancora in buona parte solubile nella potassa e su questa parte venne ripetuto il trattamento. Il composto completamente eterificato, lavato, seccato e preparato con i metodi ordinari per la distillazione, bolle abbastanza costantemente, per una buona parte, intorno ai 214 e 215°. La porzione analizzata, che era assai abbondante, passava esattamente a questa temperatura, che é quella indicata dal Habermann (*) quale punto di ebollizione dell' etere dimetilico della resorcina.

L' analisi ne confermerebbe la composizione:

0,1554 gr. di materia dettero 0,3974 gr. di CO_2; l' acqua andó perduta.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_8H_{10}O_2$
C	69,74	69,56 ,

ma la determinazione dell' ossimetile prova che il prodotto é impuro.

Difatti esso dà una percentuale assai inferiore a quella richiesta dalla teoria.

0,2048 gr. di sostanza dettero 0,5619 gr. di AgI.

	trovato	calcolato per la formola $C_6H_4(OCH_3)_2$
OCH_3	36,19	51,45 p.cto.

Analogamente é composto il prodotto ottenuto col metilsolfato potassico. Seguendo le indicazioni di Habermann (**) abbiamo scaldato in un tubo a 150-160° per 5 ore, un miscuglio di 12 gr. di resorcina, 12 gr. di potassa e 32,5 gr. di metilsolfato potassico in presenza di poco alcool metilico. La massa venne sciolta, dopo il riscaldamento, nell' acqua, trattata con potassa ed agitata con etere. Questo estrae il composto completamente

(*) Loco cit.
(**) l. c.

eterificato, che bolle per la maggior parte a 209°. Habermann trovò per suo prodotto il punto di ebollizione 212-214°, ma Oechsner ne dà uno più basso, che s'accosta al nostro, 210-212°.

La materia dette all'analisi numeri abbastanza soddisfacenti:

I. 0,2180 gr. di sostanza diedero 0,5526 gr. di CO_2 e 0,1432 gr. di H_2O.
II. 0,2348 gr. di sostanza diedero 0,5934 gr. di CO_2 e 0,1513 gr. di H_2O.

In 100 parti:

	trovato		calcolato per la formola $C_8H_{10}O_2$
	I.	II.	
C	69,13	68,92	69,56
H	7,29	7,11	7,25 ,

ma anche questa volta la determinazione della quantità d'ossimetile segnò un rilevante difetto rispetto alla cifra richiesta dalla anzidetta formola.

0,2874 gr. di materia dettero 0,8885 gr. di AgI.

	trovato	calcolato per la formola $C_6H_4(OCH_3)_2$
OCH_3	40,78	51,45 p.cto.

Il metilsolfato potassico non agisce quindi in modo differente del joduro di metile; e questo fatto, relativo alla formazione di composti chetonici, crediamo non sia stato finora osservato.

III. **Sulla monobromotrimetilfloroglucina.**

Nella nostra memoria sulla costituzione delle cotoine abbiamo dimostrato che l'etere trimetilico della benzoilfloroglucina (metilidrocotoina o dibenzoilidrocotone) si scinde, con buon rendimento, per azione della potassa in fusione, in acido benzoico, che resta legato a quest'ultima, ed in trimetilfloroglucina, che si volatilizza. Avendo a nostra disposizione una certa quantità di monobromotrimetilbenzoilfloroglucina, l'abbiamo distillata con potassa per vedere se la reazione poteva compiersi, anche in questo caso, in modo analogo al precedente.

L'esperienza rispose in senso affermativo, il bromo non viene dunque eliminato ed il prodotto volatile è realmente l'*etere trimetilico della bromofloroglucina* $C_6H_2Br(OCH_3)_3$.

Il composto adoperato fondeva a 147°; distillato in porzioni di 2 gr.

con 15 gr. di potassa polverizzata, in una storta di vetro di Boemia, scaldata in un bagno di lega da saldare, passa una materia oleosa, che tosto si solidifica. Cristallizzando il prodotto dall' alcool acquoso, si ottengono aghi disposti a guisa di penna, che fondono a 96-97°.

L' analisi dette numeri corrispondenti alla formola sopra indicata.

0,2214 gr. di sostanza dettero 0,1683 gr. di *AgBr*.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per la formola $C_9H_{11}BrO_3$
Br	32,35	32,39.

Il composto monobromurato a differenza dell' etere trimetilico della floroglucina non si colora con l' acido nitrico.

Bologna 18 Aprile 1892, Laboratorio di chimica generale dell' Università.

IL MERIDIANO DI BOLOGNA

IN RELAZIONE COLLA DOPPIA DATA SULLA SUPERFICIE DEL GLOBO

E L'ATTITUDINE DELL'ITALIA NELLA QUESTIONE

DEL MERIDIANO INIZIALE

MEMORIA

DEL PROF. CAV. DOMENICO SANTAGATA

(Letta nella Sessione del 13 Marzo 1892).

Due parole di introduzione:

I. Erronee opinioni su ciò che avvenne alla Conferenza di Washington nel 1884. — Un cenno sul voto della Conferenza geodetica di Friburgo. – Lo *statu quo* nell'astronomia e nella marina, cardine della nostra transazione e reclamato fino dal 1888. — Testo della transazione. — Parallelo fra le nostre proposte e ciò che suggeriva, fin dal 1882, la Società geografica italiana nel Rapporto, redatto a suo nome, dal Gen. Ferrero e dal Prof. Tacchini. — Ciò che noi domandiamo la Spagna lo domandò alla Conferenza di Washington.

II. L'accordo del giorno universale col giorno cronologico domandato sia dalla Spagna (1884) sia, fino dal 1875, da tre membri della Società geografica di Ginevra al Congresso geografico di Parigi. — La questione della doppia data sulla superficie del globo, sua importanza. — Il Meridiano di Bologna e la formola della doppia data.

III. La questione dei fusi orari trattata a Washington. — Manco d'accordo tra l'America e l'Europa. — L'ora irlandese. — Giudizio del sig. Förster. — Pratica importanza dell'attitudine della Francia e della Russia. — Tutto suggerisce all'Italia di aspettare la decisione di una Conferenza internazionale. — Un cenno su diversi vantaggi offerti dal Meridiano di Gerusalemme e sulle infelici condizioni atmosferiche di Greenwich.

Poscritto. — L'ora universale e il Calendario universale. La stampa russa e la riforma del Calendario giuliano. — I 24 fusi orari e il progetto del Gen. Strachey. — Conciliazione.

Al punto cui é pervenuta per noi la quistione del Meridiano iniziale il più adatto alla fissazione dell' Ora Universale che serva alla sospirata unità di misura del tempo per tutta la terra; presentansi alcuni fatti di grande rilievo nelle loro pratiche conseguenze, che stimo opportuno di segnalarvi. Questi fatti sono:

1° L'opposizione, non abbastanza tranquilla, che si produce in parole ed in fatti sia contro le opinioni della nostra Accademia intorno alla scelta

del Meridiano iniziale, sia contro l' attitudine che l' Italia ha assunto nella questione;

2° l' essersi chiamata la pubblica attenzione sulla necessità di tener conto, nella scelta del Meridiano iniziale, del salto di data e dell' origine convenzionale de' nostri giorni, che oggi ha luogo allo stretto di Behring attraversato, quasi esattamente a mezzo dall' antimeridiano del nostro Osservatorio;

3° l' attività quasi febbrile con cui si procura di sciogliere la questione per via di fatto, mediante l' introduzione, sul nostro continente del sistema americano dei 24 fusi orari, basato sull' ora di Greenwich.

Innanzi tutto è indubitabile (ed è forza ben tenerselo in mente a spiegare la tenacità delle idee che si manifestano) che in cotesta unità di misura del tempo, che ancora manca, s' include un grande problema scientifico e pratico, dalla cui soluzione deriverà un sommo beneficio alla umanità; la quale, in essa soluzione, oltre a numerosi comodi e vantaggi sociali, economici e scientifici, troverà pure un soccorso validissimo per viemaggiormente favorire la fratellanza di tutti i popoli. Ed ecco perchè ai successori di quello Ugo Boncompagni, Gregorio XIII, che fu il riformatore del Calendario giuliano, non era lecito trasandare quell' occasione favorevole che si ebbe di entrare nello studio di tale argomento, per quanto laborioso e difficile.

Finalmente, credo di somma importanza il qui dichiarare, una volta per sempre, che, in tutto cotesto problema della unità di misura del tempo, non vi ha alcuno tra noi che non cerchi semplicemente e unicamente la verità; pronto per ciò a rinunziare, senz' ombra di particolare interesse o vanità, a qualunque ancor vagheggiata opinione che fosse riconosciuta contraria alla più severa ragione ed all' universale interesse dei popoli. E ne sia prova il nostro Rappresentante o Delegato all' estero, nell' oggetto speciale in discorso, il P. Tondini de' Quarenghi, barnabita, versatissimo nella questione, e di nobile integrità di carattere; il quale, pur strenuamente difendendo la scelta del Meridiano di Gerusalemme, preconizzato da questa Accademia, tuttavia e nell'*Astronomie* del Sig. Flammarion e nella *Nouvelle Revue,* e nel *Journal télegraphique* e non so in quanti altri importanti periodici sempre va ripetendo da più anni: *Il va sans dire que, si l' on trouve un autre méridien plus neutre et plus scientifique — c' est à dire offrant, dans le point qui le détermine et dans son parcours, plus d' avantages pour la science — que celui de Jérusalem, on lui donnera la préférence.*

Ciò premesso entro, senz' altro, in materia.

I.

Per venire tosto al punto che più mi preme, dirò che prima causa dei contrasti suscitati alle nostre idee, come ho sopra accennato, sono certamente le erronee informazioni, diffuse fra molti, su quello che avvenne nella Conferenza internazionale di Washington del 1884 per la determinazione del Meridiano iniziale, onde è necessario precisare i fatti.

Assai frequente è l'asserzione avere quella Conferenza domandato, alla quasi unanimità, che l'Ora destinata a diventare universale fosse l'Ora civile di Greenwich. E donde avviene questa asserzione? Dal non conoscersi i processi verbali della Conferenza di Washington, e così accade che si fa una strana confusione tra due unificazioni che hanno bensì molti rapporti fra loro, ma che veramente non possono scambiarsi l'una per l'altra, quali sono l'unificazione delle longitudini e quella delle ore.

Il voto quasi unanime di essa Conferenza riguarda l'unificazione delle longitudini e non quella delle ore, che la Germania domandò espressamente che fosse oggetto di apposita votazione. La prima, oggetto del II articolo, raccolse infatti la quasi unanimità, la seconda invece, quella di cui si occupa da più anni la nostra Accademia, diede il seguente risultato:

ART. V. — *Il giorno universale sarà un giorno solare. Esso comincierà, per l'intero mondo, a mezzanotte, tempo medio, del meridiano iniziale; mezzanotte che coincide col principio del giorno civile e della rispettiva data allo stesso meridiano. Il giorno universale dovrà contarsi da zero alle ore ventiquattro.*

Votarono in *favore:* Brasile, Chilì, Colombia, Costa Rica, Giappone, Gran Brettagna, Guatemala, Havaii, Liberia, Messico, Paraguay, Russia, Stati Uniti, Turchia, Venezuela.

Votarono *contro:* Austria-Ungheria, Spagna.

Si *astennero* dal votare: Francia, Germania, ITALIA, Paesi Bassi, San Domingo, Svezia, Svizzera.

Ecco dunque 15 *sì*, 2 *no*, 7 *astensioni.*

Nè questo è tutto. Nell'ultima seduta (1° novembre 1884) Rustem Effendi, rappresentante della Turchia, dichiarò che l'avevano messo per errore, tra i votanti per l'affermativa, e chiese che il suo voto fosse mutato in negativo. (*Proceedings* etc. p. 205).

Ecco dunque, 14 *sì*, 3 *no*, 7 *astensioni;* e notisi bene, che di tutte le potenze del continente Europeo, la sola Russia votò in favore dell'articolo V. Com'è possibile dunque citare seriamente un voto « quasi unanime » che avrebbe avuto luogo a Washington in favore di Greenwich per fissare l'ora universale?

E questa osservazione è corroborata, in modo speciale, dall' attitudine della Spagna che, benchè avesse votato in favore di Greenwich per l' unificazione delle longitudini pure protestò, non senza energia, contro la scelta di Greenwich per fissare l' ora universale, dichiarando doversi, a suo avviso, scegliere per questo scopo, il Meridiano che già fissa il principio di ogni giorno e di ogni ora della nostra cronologia. Scambiando, inavvertentemente, la riforma cronologica di Dionisio il piccolo colla riforma del Calendario operata da Giulio Cesare e da Gregorio XIII, il rappresentante della Spagna suggerì come Meridiano iniziale quello di Roma: ma il suo stesso abbaglio arreca un argomento in favore della convenienza, propugnata da quest'Accademia, di far coincidere il giorno universale con il cronologico. Finalmente, per conchiudere questo punto, non è superfluo osservare essersi più e più volte dichiarato, in seno alla Conferenza di Washington, che i rappresentanti dei singoli Stati non potevano altrimenti votare che *ad referendum*, e senza facoltà alcuna di vincolare i rispettivi Governi (1).

Era necessario rilevar questi fatti (che ognuno può verificare) anche perchè l' erronea asserzione da noi rettificata, trova il suo più valido appoggio nel voto emesso, un po' precipitosamente, nel 1890 a Friburgo dalla Commissione permanente della Associazione geodetica internazionale. La Commissione infatti, male informata di ciò che era avvenuto a Washington, credè poter dichiarare « *non esistere ragione alcuna* per *mutare* la « risoluzione presa nel 1883 dalla Società geodetica internazionale di Roma, « e di cui la principale venne *ratificata* dalla grandissima maggioranza degli « Stati rappresentati alla conferenza diplomatica di Washington nel 1884 ».

Egli sarà sempre legittimo il dolersi che la Commissione di Friburgo, prima di pronunziare *non esistere ragione alcuna* in favore di una transazione, che era appoggiata da una grande Potenza, non abbia pensato a paragonare il voto della Conferenza tenuta a Roma nel 1883 in favore del *mezzogiorno* di Greenwich come principio del giorno universale, coll' articolo V della Conferenza di Washington in cui si domandava pel medesimo scopo la *mezzanotte* di Greenwich. E ne duole che la stessa Commissione non abbia avuto sott' occhio la doppia votazione dell' articolo II e dell' articolo V della Conferenza di Washington. Finalmente ne duole che abbia scambiato, pur per difetto di esatte informazioni, dei voti dati da 14 Stati *ad referendum*, e coll' espressa dichiarazione che nessun Governo ne rimaneva punto vincolato, per una ratificazione ufficiale (di che?) portata dalla grandissima maggioranza degli Stati rappresentati a Washington.

(1) Vedi su questo importantissimo punto la Nota del P. Tondini alla Società Geografica di Parigi: *Le Méridien initial au point de vue diplomatique.* Resoconto della Seduta del 6 dicembre 1889.

Queste semplici riflessioni danno ragione del giudizio sopra espresso circa il voto emesso nel 1890 a Friburgo dalla Commissione permanente della Associazione geodetica internazionale. Per buona sorte l'ultima Conferenza geodetica tenutasi a Firenze ha reso, benché indirettamente, un bell'omaggio all'attitudine della nostra Accademia, come lo rileverò più innanzi.

Una seconda causa, a mio avviso la principale, dell'opposizione fatta, specialmente in Italia, alle proposte della nostra Accademia, si è il non essersi posto abbastanza mente all'esatto tenore delle medesime. Chiunque volesse paragonare col testo della nostra transazione, sia gli articoli sia altri scritti, omai numerosi, pubblicati sulla medesima dal nostro rappresentante fino dal 1888, avrebbe pena a credere ai propri occhi. Così per limitarmi ad un solo esempio, il primo articolo, *cioè il cardine*, della nostra transazione, venne saltata a piè pari e, nella persona del P. Tondini, noi venimmo rappresentati come se domandassimo che a tutti i meridiani attualmente in uso, — specie a quello di Greenwich adoprato anche nella marina italiana, — venisse sostituito, eziandio nella marina e nell'astronomia, quello di Gerusalemme. Vi sarà caro, illustri Colleghi, ch'io ristabilisca i fatti; nessuna apologia, *se ne avessimo d'uopo*, può agguagliare l'eloquenza dei fatti.

A voi tutti è noto che, fino dal settembre 1888, il P. Tondini, nostro delegato e rappresentante al meeting della *British Association*, tenutosi in quell'anno a Bath, a nome nostro, domandava, innanzi tutto, lo *statu quo* nella marina e nell'astronomia (1). Altrettanto era da lui reclamato, sia al Congresso geografico internazionale tenuto a Parigi nel 1889, sia all'altro meeting della *British Association* tenuto a Leeds nel settembre 1890. Ed anche nella Memoria da lui stesa, da quest'Accademia fatta propria, e dal nostro Governo inviata alle Potenze, si ripeteva la stessa cosa. Né ciò basta. Siccome a conciliare gl'interessi di tutti conviene distinguere, nell'uso del Meridiano iniziale, ciò che è accessorio e può essere tralasciato, da quello che è essenziale; per questo l'Accademia è venuta a stabilire quella che ha rettamente chiamata TRANSAZIONE, affine di prestare, con essa, la base ai ragionamenti delle Conferenze internazionali che possano aver luogo sull'argomento della scelta di esso Meridiano. Lo stesso Generale Menabrea, Ambasciatore d'Italia a Parigi, la presentò all'Accademia colà delle scienze (2), della quale è membro corrispondente. E la Confe-

(1) Vedi, oltre al volume del meeting di Bath, l'articolo del nostro rappresentante: *La question de l'heure universelle devant l'Association britannique* pubblicato dalla *Revue scientifique* del 27 ottobre 1888 e la Memoria del medesimo: *On the unification in the measure of time, with special reference to the contest on the initial meridian*, inserita nei *Memoirs and proceedings of the Manchester literary and philosophical Society* IV serie, Vol. II, 1888-89.

(2) *Comptes rendus* etc. Séance du 15 juillet 1890.

renza telegrafica internazionale tenutasi poco prima a Parigi, benché si fosse dichiarata incompetente a troncare la questione del Meridiano iniziale avea peró voluto registrare nella sua adunanza plenaria del 17 giugno 1890: « che essa applaude agli sforzi dell'Accademia Reale delle Scienze « dell'Istituto di Bologna per trovare una soluzione che concilii tutti gl'in- « teressi — ed emette il voto che questo progetto trovi bentosto la sua « realizzazione, e che si giunga finalmente all' unificazione della misura « del tempo » (1). Permettetemi di ricordare, innanzi progredire, gli articoli dei quali essa transazione é composta.

Testo della Transazione.

« L' Accademia delle scienze di Bologna, suggerisce innanzi tutto che s'abbia a restringere l' unificazione sia delle ore, sia delle longitudini *ai limiti* tracciati dalla stessa Francia nel 1884 (2), e quindi propone:

Art. I. *Statu quo*, vale a dire, *libero uso del Meridiano nazionale* nella marina, nell' astronomia, nella topografia e nella cartografia locale.

Art. II. Doppia graduazione, giusta il Meridiano nazionale e l' internazionale nella cartografia geografica generale per far servire, in tal modo, l' insegnamento della geografia ad eccitare e nutrire, insieme, l' amor della patria e quello dell' umanitá.

Art. III. Applicazione dell' ora del Meridiano iniziale — *congiuntamente all' ora locale* — nella telegrafia, a vantaggio non solo del commercio e delle corrispondenze internazionali ma eziandio delle osservazioni scientifiche.

« Per ció che riguarda, poi, la scelta del Meridiano iniziale, l' Accademia prega che si vogliano considerare le ragioni addotte nell' unita Memoria a favore del Meridiano di *Gerusalemme*, quella singolarmente tratta dalla coïncidenza logica delle longitudini, usate come misura del tempo, coll'assieme della cronologia usata da tutti i popoli civilizzati.

« Quanto alla doppia graduazione, l' una in linee nere, l' altra in linee rosse o in puntini, suggerita per la cartografia geografica generale essa sarebbe da introdursi poco a poco, a misura che si pubblicheranno carte nuove.

« Pertanto l' Accademia suggerisce che *non si faccia alcuna innovazione in ció che oggi si pratica,* e che tutto si limiti per ora ad *aggiungere sui dispacci telegrafici*, a lato dell' ora locale della stazione, tanto in partenza

---

(1) V. *Journal télégraphique*, 25 août 1890: *La portée diplomatique du voeu de la Conférence télégraphique internationale de Paris au sujet de l' heure universelle.*

(2) *Rapport fait au nom de la Commission de l' unification des longitudes et des heures*, par M. Caspari ingénieur hydrographe de la marine (1884).

che in arrivo, l'ora del Meridiano di Gerusalemme. La relazione fra quest'ora e quella di ogni località essendo costantemente la stessa, ne segue il vantaggio che conosciuta una volta cotesta relazione, si conoscerà tosto, *sia la durata della trasmissione, sia il momento preciso, nel tempo locale,* di qualunque fatto indicato sui dispacci.

« Questo progresso che la Turchia suggeriva, fin dal 1872, alla Conferenza telegrafica internazionale di Roma, non recherebbe alcun imbarazzo alle amministrazioni, nè confusione alcuna nel pubblico, e potrebbe effettuarsi senza alcuna difficoltà da un giorno all'altro ».

Fin qui le nostre proposte; riprendo ora il mio ragionamento.

Chiunque abbia sott'occhio il testo della nostra transazione e il rapporto steso, nel 1882, per incarico e a nome della nostra Società geografica nazionale, da due illustri scienziati, il Generale Ferrero e il Professor Tacchini, non potrà a meno di concedere, e ne siamo lieti, che, nella questione attuale, l'esperienza di dodici anni prova la maturità con cui ha agito l'Italia fino dal 1882 nel domandare *innanzi tutto*, benchè in altri termini, ciò che si domanda nel primo articolo della nostra transazione. Ecco, infatti, che cosa leggiamo nel rapporto del Generale Ferrero e del Professor Tacchini, approvato dalla nostra Società di geografia e communicato al Governo come risultato (circostanza a notarsi) degli studi di cui essa venne incaricata dal Congresso geografico internazionale di Venezia nel 1881.

« Lo stabilire un Meridiano unico (così quel rapporto) non è cosa di
« grande importanza scientifica, ma è una questione di interesse quasi
« esclusivamente pratico commerciale..... Le *legittime* suscettibilità nazionali
« hanno creato sempre ostacoli ed impedito alla questione di avvicinarsi
« ad una soluzione..... Sarebbe pratica secondo noi la sola proposta di far
« addottare definitivamente per tutti il Meridiano di Greenwich, anche in
« considerazione che dal lato commerciale internazionale nessuna nazione,
« noi crediamo, possa riescire per la sua posizione e per l'estensione dei
« suoi progressi a far prevalere la scelta di un altro Meridiano in luogo
« del succitato. *Se però si escluda la questione scientifica, e si limiti la cosa*
« *al solo interesse pratico per il commercio e la corrispondenza telegrafica*
« *internazionale, noi crediamo che solo allora potrebbe essere conveniente*
« *che anche il Governo italiano si facesse rappresentare in una prossima*
« *Conferenza* » (1).

Questo linguaggio non è punto equivoco. Benchè personalmente propensi, anche a causa della posizione eccezionale che l'Inghilterra aveva

(1) *Bollettino della Società geografica italiana.* Anno XVII, vol. 20, p. 352. Roma 1883.

nel 1882 — posizione, del resto, che ulteriori avvenimenti hanno già alquanto modificato — benché, diciamo, personalmente propensi alla scelta di Greenwich, pure gli illustri autori del Rapporto trovavano, fin d' allora, sí poco probabile che una tal scelta potesse produrre il desiderato accordo, che non esitavano a dissuadere il nostro Governo dal prender parte a qualunque Conferenza internazionale, ove prima *non si fosse limitata la cosa al solo interesse pratico per il commercio e la corrispondenza telegrafica internazionale.* In queste parole s' include chiaramente che l' astronomia, la marina, ed é superfluo aggiungere, i lavori geodetici, siano messi fuor di questione; d' onde, per conseguenza, la morale necessità di trovare un altro Meridiano per gl' interessi pratici del commercio e della corrispondenza telegrafica internazionale.

Abbiamo noi domandato altra cosa?

La Conferenza geodetica tenuta a Roma nel 1883, e la Conferenza internazionale tenuta a Washington nel 1884, non credettero dover tener conto della distinzione suggerita dall' Italia tra il lato scientifico e il lato pratico della questione. Che ne avvenne? Che la questione fu lasciata dalla Conferenza di Washington al medesimo punto di prima; ma non peró senza che restassero consegnati, nei suoi processi verbali, piú fatti i quali provano che savia e previdente s' era mostrata la nostra Societá italiana di geografia, e possiamo aggiungere che non inopportuna é la nostra transazione. Ne citeró uno solo.

Questo fatto, poco o punto conosciuto ma di grande rilievo, anche al punto di vista diplomatico, é la proposta della Spagna — Dopo aver votato in favore dell' articolo II°, cioé in favore della scelta di Greenwich per la unificazione delle longitudini, non solo essa protestó, come giá ho sopra rilevato, contro la scelta di Greenwich per fissare l' *Ora* universale, non solo essa suggerí, come quest' Accademia, l' accordo tra il giorno cronologico e il giorno universale, ma non esitó a proporre all' accettazione della Conferenza quanto segue:

« Ayant adopté le méridien de Greenwich pour compter les longitudes « comme une nécessité generale pour des besoins pratiques, mais pen« sant que l' introductión de n'emporte quel nouveau systéme pour deter« miner l' heure est beaucoup plus scientifique, plus importante, plus sujette « á de grandes difficultés et á la confusion dans l'avenir, nous proposons « la résolution suivante:

« La Conférence, prenant en considération qu' il existe déja un meri« dien tacitement adopté par la plupart des nations civilisées comme « l' origine des dates, á savoir l' antimeridien de Rome, s'abstient de dé« signer tout autre meridien pour fixer l' heure universelle. » (Processi verbali ed. franc. p. 160; ingl. p. 158).

Questa risoluzione fu proposta dalla Spagna *dopo* la votazione dell'articolo II in cui essa e la quasi unanimità degli Stati aveano domandato, a Washington il meridiano di Greenwich per l'unificazione delle longitudini. E, poco dopo, il Sig. Ruiz del Arbol *attaché naval* della Spagna a Washington e suo rappresentante alla Conferenza, spiegandosi ancor più chiaramente:

« Ma proposition, — *così si esprimeva* — consiste à s' abstenir sur « l' adoption de n' importe quel méridien, et de laisser la chose à décider « par un Congrés organisé tout spécialement dans ce but ».

Mi astengo da ogni commento.

II.

La Spagna adunque domandava a Washington che si scegliesse, per fissare l'ora universale, *le méridien deja tacitement adopté par la plupart des nations civilisées* e per l'abbaglio già rilevato, chiedendo il meridiano che già fissa il principio di ogni giorno e di ogni ora della nostra cronologia, suggeriva come tale il meridiano di Roma. Ora se, per questa espressione *origine des dates* devesi intendere quel punto del globo ove avvenne il gran fatto da cui si calcola l'Era volgare: *a Christo nato*, questo punto è una località che può dirsi situata, la differenza in tempo essendo di qualche secondo, sul meridiano di Gerusalemme. Ed è per questo che, fino dal 1875, i signori Salomon, de Morsier et de Laharpe, membri della Società geografica di Ginevra, presentavano al Congresso geografico internazionale tenuto in quell' anno a Parigi una memoria ove leggiamo quanto segue. « Il y a quelque lieu de s' étonner, — *così essi si* « *esprimevano*, — que ceux qui ont pris tant de soin et fait de si grands « travaux pour obtenir un calcul régulier du temps, n' aient pas porté « leur attention sur la détermination *scientifique* du point de la surface « terrestre à partir duquel on doit compter les jours, ces jours dont se « composent les années et les siécles et, en définitive, notre chronologie « elle-même...... Les jours, les semaines, les mois, l'année, etc., doivent, « par conséquent, commencer au méridien de Jérusalem qui *réclame, ainsi,* « *le titre de premier méridien universellement accepté.* » (1)

Eccovi pertanto la prova, illustri Colleghi, che, sia la scelta preconizzata da questa Accademia, del meridiano di Gerusalemme, sia l'argomento desunto dalla cronologia, hanno già occupato altri dotti. Né è superfluo

(1) Voir *Le Globe,* journal gèographique, organe de la societé de Geographie de Geneve, t. XIV, 1875, p. 87 et suiv.

osservare che l'iniziativa venne da uno Stato eminentemente neutro, come la Svizzera, che il signor Salomon era un antico ufficiale di marina, e che i processi verbali delle conferenze di Washington menzionano, fino dalla seconda seduta, la proposta del meridiano di Gerusalemme (Ed. ingl. e franc. pp. 21-22).

Se poi per quell' espressione l'*origine des dates*, usata a Washington dal rappresentante della Spagna, devesi intendere quel meridiano a cui, per tacita convenzione ratificata poi dalla pratica, ha luogo il salto di data e l'origine convenzionale di ciascun giorno del calendario in uso presso quasi tutti i popoli civilizzati, in questo caso, sia la nostra Accademia, sia l'Italia danno al mondo un bell'esempio di disinteresse a pró della scienza. Già da molto tempo il prof. Tondini osservava, in diversi suoi scritti sulla questione, che lo stretto di Behring, ove ha luogo oggi il salto di data e l'origine convenzionale d'ogni giorno nel nostro Calendario, é attraversato, quasi esattamente a mezzo, dall'antimeridiano dell'Osservatorio di Bologna. A questo si limitava il nostro rappresentante che, anche ultimamente a Berna, passando in rivista i meridiani finora proposti per fissare l'ora universale, giunto a quello di Behring, ripeteva lo stesso pensiero. Ma dopo alquanto tempo, considerata l'opposizione che s'accresce alla transazione della nostra Accademia, e le misure prese nell'Austria-Ungheria e in altri Stati per introdurre sul nostro continente il sistema dei 24 fusi basato sull'ora di Greenwich, lo stesso nostro rappresentante credé giunto il momento di chiamare la pubblica attenzione su di un lato alquanto serio della questione, a cui non pare che, fuori della nostra Accademia, siasi fatto abbastanza attenzione, voglio dire la necessità di non separare dalla questione del meridiano iniziale quella della fissazione definitiva del meridiano ove avrá luogo quind'innanzi, e senza altra modificazione, il salto di data. Accenno con questo al recente lavoro di esso prof. Tondini pubblicato nel *Journal télégraphique* del 25 gennaio, organo ufficiale del *Bureau international des administrations télégraphiques* di Berna, e riprodotto altrove sotto il titolo *La double date sur la surface du globe*, del qual lavoro esso nostro rappresentante ha ricevute felicitazioni che mostrano la pratica importanza che vi si riconobbe. Da altro nuovo lavoro del medesimo che ha per titolo, *Deux appareils indiquant automatiquement l'heure et la date de tous les points du globe*, ricevuto già da questa Accademia, traggo il seguente passaggio che mostra quanto incautamente si procederebbe senza tener conto del salto di data.

« Ceux qui m'ont fait l'honneur de lire l'article: *La double date sur la surface du globe*, paru dans l'avant dernier Numero du *Journal télégraphique*, auront été frappés de la nécessité de ne pas perdre de vue, dans le choix du méridien qui fixera l'heure universelle, le *saut de date*

et le point du jour, c'est-à-dire l'origine *conventionelle* de chaque nouveau jour de notre calendrier. C'est là, en effet, un côté de la question du méridien initial qui, pour avoir été peu ou point considéré jusqu'ici, n'a pas moins son importance pratique. Supposons que — sans égard à ce côté de la question — on choisisse comme méridien initial pour fixer l'heure universelle celui de Greenwich. Nous aurions, dans ce cas, un double saut de date et un double commencement du jour; pour les savants chacun de nos jours commencerait dans la Sibérie orientale à onze degrés environs (en temps: 44 minutes) du Cap Est, et là aussi aurait lieu le saut de date, tandis que, pour le reste de l'humanité, le saut de date et l'origine du jour auraient lieu au détroit de Behring. Serait-ce là une simplification et un progrès ou non, plutôt, un double emploi inutil et embarassant? »

« C'est pourquoi l'Académie de Bologne — dont le méridien fournit, aujourd'hui, comme on l'a vu, la formule de la double date sur la surface du globe, — appelle respectueusement, par mon organe, l'attention des gouvernements sur l'opportunité qu'il y aurait à ne pas séparer la question du méridien initial de celle du méridien où il convient de fixer *définitivement* le saut de date et l'origine conventionnelle de tous les jours de notre calendrier ».

Prima di terminare questo punto credo farvi cosa grata trascrivendovi le conchiusioni del lavoro del P. Tondini sulla doppia data.

Il mezzodí di Bologna segna, colla differenza di meno di un minuto, l'istante in cui tutto il globo ha una sola data che é quella del giorno di cui Bologna ha il mezzogiorno, come la mezzanotte di Bologna segna l'istante in cui la doppia data é egualmente ripartita sulla faccia del globo. Il giorno civile di Bologna corrisponde al giorno astronomico del Capo Est (Asia); e il giorno astronomico di Bologna corrisponde al giorno civile del Capo del Principe di Galles (America) — l'ora astronomica di Bologna indica il numero di ore che la data superiore occupa sulla faccia del globo. Finalmente l'ora astronomica di Bologna moltiplicata per 15, indica esattamente a quale grado di longitudine Ovest di Behring si trova attualmente la mezzanotte. Cosí, a modo d'esempio, quando a Bologna sono le 3 del giorno astronomico (3 *p. m.*) la mezzanotte si trova a 45° O. di Behring, quando a Bologna sono le 15 del giorno astronomico (3 *a. m.*) la mezzanotte si trova a 225° O. di Behring.

III.

Non mi fermerò molto nel parlarvi del sistema americano dei 24 fusi orari. La questione venne calorosamente discussa alla Conferenza di Washington, e se ne conchiuse che s' avesse a lasciare ad ogni Stato la più ampia libertà nell' uso dell' ora sia locale sia nazionale. Noi ci siamo sempre astenuti dal propugnare quel sistema, e quando il nostro rappresentante pubblicò nel *Journal télégraphique* del 25 giugno 1891 un progetto di 24 fusi basato sul meridiano di Gerusalemme, egli dichiarò, assai opportunamente, che l' avea fatto unicamente pel caso in cui i Governi tenessero assolutamente a quel sistema. Nè stimo superfluo osservare, come ottimamente rivelò il P. Tondini, che il sistema dei fusi, come lo si comprende in Europa, differisce dal medesimo sistema come esso è esposto nel *Report of the Committee on uniform Standard time* di New-York (21 Gen. 1891) sia nella denominazione dei fusi, sia nella direzione in cui si succedono, sia nello stesso fuso iniziale. Gli Stati Uniti, infatti, hanno abolito l' uso delle lettere dell' alfabeto latino, preconizzato in Europa, e denominano i fusi con numeri da 0 a 24. Di più i loro fusi si succedono da Est verso Ovest, cioè nella direzione del movimento apparente del sole contrariamente a ciò che si propone in Europa. Finalmente, il fuso iniziale *zero* è, per essi, quello attraversato dall' antimeridiano di Greenwich sicchè quello ove trovasi Greenwich diventa il XII. Ora il progetto del P. Tondini ha almeno il vantaggio di meglio conciliare l' Europa coll' America. E lasciatemi aggiungere aver egli pubblicato fino dal 1890, nel *Journal télégraphique* (25 luglio) e altrove, un *Projet d' unification des heures internationales* adoprate nella telegrafia che forse è destinato a venir preso in considerazione, congiuntamente a quello del generale Strachey.

Checchè ne sia, questa Accademia si deve tanto più felicitare di non aver propugnato il sistema dei fusi, che, fino ad oggi, la stessa Inghilterra non l' ha ancora imposto alla vicinissima Irlanda che pure forma parte dell' *United Kingdom*. Giudicate quindi, quanto v' abbia di vero nell' asserzione che rappresenta la Gran Brettagna fra gli Stati che già hanno aderito a quel sistema.

Vi è noto pure che invitto campione in Germania, del mantenimento dell' ora locale, è il celebre astronomo di Berlino, il dott. Förster. Benchè personalmente fautore del meridiano di Greenwich, egli rende a quest' Accademia un bell' elogio in un suo scritto semi-ufficiale (1), colle seguenti parole:

---

(1) *Weltzeit und Ortszeit im Bunde, gegen die Vielheit der sogenannten Einheits-oder Zonen-*

« Non v'ha dubbio che il carattere limitato ed insufficiente del sistema « americano dei fusi orari basato sull' ora di Greenwich, e la ferrea vio- « lenza con cui questo sistema minaccia l'ora locale, conferiscono alla « nuova idea del meridiano di Gerusalemme, che porta scritto sulla sua « bandiera il mantenimento dell'ora locale, una gloria che, del resto, corri- « sponde interamente al nome del suo meridiano » Ne segue che il nostro Governo ha, nell' illustre astronomo tedesco, un appoggio di più contro la applicazione all' Italia del sistema americano.

L'Italia non si trova fortunatamente nella posizione dell'Austria-Ungheria costretta a tener conto, in ciascuno dei suoi atti, delle fortissime suscettibilità delle diverse nazioni che compongono l'Impero. Questa necessità, é da credere, influi nel determinarla a rinunciare all' ora di Praga che é fissata da un celebre Osservatorio, per addottare l'ora del 15 Est Greenwich che ne differisce di soli due minuti e diciotto secondi, e che di più *non é fissata da nessun Osservatorio.* E gli inconvenienti dell'avere, per le ferrovie, un'ora che non é fissata da nessun Osservatorio del paese, e che soltanto a mezzo di calcoli si può dedurre dall' uno o l' altro di questi, sono tali che, come ce ne informava recentemente il P. Tondini, che si tiene ottimamente al fatto di ciò che avviene in vari paesi, i giornali Austriaci, ad esempio il *Fremdenblatt*, già domandano che gli Osservatori dell'impero si facciano servire ad indicare non più il proprio mezzogiorno ma il mezzogiorno del 15 Est di Greenwich. Questa prospettiva di Osservatori italiani adoprati essi pure ad indicare né il proprio mezzogiorno né il mezzogiorno di alcun altro Osservatorio a noi certo non sorride, e vogliamo sperare che se ne impedirà la realizzazione.

Del resto il sistema dei fusi può addattarsi a qualunque meridiano iniziale, sicché rimane intatta la questione della scelta del medesimo. Di più, senza l'adesione della Francia all' Ovest e della Russia all' Est parmi prematuro pensare al sistema americano. La posizione geografica della Francia la rende padrona del fuso iniziale. Non sono le *isole* britanniche che, in una questione siffatta, muoveranno la Francia; quanto alla penisola iberica essa non ha altra uscita che il mare e i Pirenei che la separano dalla Francia. Se piacesse quindi alla Spagna di addottare l'ora di Greenwich non per questo la Francia si troverebbe a disagio, come non le arrecherá nessun disagio l'adozione nel Belgio dell'ora di Greenwich, il cui meridiano non attraversa nessun punto di quel regno. Il disagio sarà tutto pel

---

Zeiten. Berlino 1891, p, 32. — Lo stesso autore ci informa essergli pervenuto l'invito a pubblicare quello scritto da persone in autorità *(von massgebender Stelle)*.

Osservo che il Prof. Förster ammette che la poca estensione degli Stati da Est a Ovest può rendere opportuna l'adozione di un'ora nazionale. Ed egli cita ad esempio l'Italia e la Francia.

Belgio che dovrà ricevere il mezzodì nazionale da un Osservatorio posto al di là della Manica, ovvero incaricare l' Osservatorio di Bruxelles di indicare un mezzogiorno non suo.

Questa osservazione è così ovvia e naturale, specialmente intorno alle communicazioni ferroviarie, che un importante giornale belga, *La Meuse,* di Liége « Pour l'amour du bon sens (scriveva) qu' on ne serve pas d'une heure « insulaire pour régler la marche des Trains sur le continent. » (26 nov.). Se dalla Francia passiamo alla Russia, basta osservare ch' essa sola, nella vastità del suo impero, misura l' estensione di dieci fusi sui ventiquattro del globo, per comprendere la preponderanza, del suo beneplacito sia nella questione dei fusi, sia nella scelta del meridiano iniziale.

Senz' altro aggiungere del molto che si potrebbe, par che non possa dubitarsi della convenienza per noi, e, diciamo pur anche, pel nostro Governo, di una dignitosa aspettativa del definitivo giudizio che sia per dare una Conferenza internazionale.

Quando una potenza, specialmente se non fra le ultime, si determina, *e non senza esame,* non solo ad appoggiare la transazione di una fra le sue principali Accademie, ma a sottoporre questa transazione alle altre potenze, unendovi l' invito ad una Conferenza speciale per troncare la questione: quando questo invito è accettato da buon numero di potenze: quando l' Italia può invocare il voto unanime dei rappresentanti di quarantatre Stati alla Conferenza telegrafica internazionale di Parigi (17 Giugno 1890) Conferenza scientifica ad un tempo e diplomatica, plaudenti agli sforzi di questa Accademia per trovare una soluzione che concilii tutti gli interessi; quando il medesimo voto è fatto proprio dal Congresso della « *Association française pour l'avancement de la Science* » tenuto a Limoges nell' Agosto 1890; quando, finalmente, questo medesimo voto si trova invocato, e come preso a base dal Congresso geografico internazionale di Berna per domandare quella stessa Conferenza internazionale chiesta dalla Spagna a Washington nel 1884 e dall' Italia nel 1890, tutto concorre a persuadere l' Italia a non deviare dalla sua linea di condotta, quasi atterrita da clamori cui ben si può applicare, come l' ho dimostrato, il « *laborant falso supposito* ». In ultima analisi noi non domandiamo che la calma e pacifica discussione della questione sotto qualunque aspetto, e questo perchè essa è più complessa che non appaja a prima fronte, sicchè anche ad uomini dottissimi può sfuggire qualcuno dei molteplici lati della medesima.

Infrattanto a noi sarà lecito il mantenerci fedeli al progetto che suggerisce il meridiano di Gerusalemme per fissare, *entro savi limiti di applicazione,* l'ora universale, riferendoci in questo a quanto se n' è pubblicato dalla stessa nostra Accademia, e specialmente al discorso interessantissimo pronunciato a Berna dal dotto e solerte nostro Rappresentante.

Vi rileverò soltanto che, dalla nota del sig. Tennant alla *Royal Society* di Londra sul *Nautical Almanac*, risultano ad evidenza i vantaggi della libera emulazione nella marina, nell' astronomia e nei lavori geodetici. Al qual proposito importa ricordare che la Conferenza geodetica internazionale dello scorso anno a Firenze, ha fornito, benchè indirettamente, un nuovo argomento di favore alla scelta da noi propugnata col chiamar l'attenzione sui vantaggi che trae la geodesia da osservazioni fatte all' antimeridiano dei nostri Osservatori. Quando la Geodesia sarà abbastanza progredita da permettere che, ad un' epoca più o meno lontana, tutti i suoi dati vengano utilmente riferiti ad un unico meridiano, non sarà certamente un piccolo vantaggio che quell' unico meridiano sia il medesimo che già fissa l'ora universale. Ora il meridiano di Gerusalemme-Nianza oltre all' attraversare l'Equatore sul continente, ove un Osservatorio in communicazione telegrafica con tutti gli altri farebbe progredire la geodesia a passi di gigante, ha pure il privilegio di permettere l'erezione di Osservatorii all' esatto antimeridiano, e questo, sia nell' emisfero Settentrionale, sia nell'Australe ove esso attraversa più isole dell'arcipelago francese delle Tuamotu. E si aggiunga la circostanza, che il punto più settentrionale dell'Alaska, attraversato dall'antimeridiano di Gerusalemme, si trova presso al polo magnetico boreale, la cui importanza per la spiegazione delle deformazioni della crosta terrestre venne rilevata dalla recente communicazione fatta alla Accademia delle Scienze di Parigi dal sig. Marcello Bertrand.

E per terminare, dirò così, lietamente l'inculto e disadorno discorso, ricorderò a favore di Gerusalemme la costante serenità del suo cielo, ove un mezzodì annuvolato è un' eccezione piuttosto unica che rara, a confronto di quello di Greenwich che, per circa 250 giorni sui 365 dell' anno vi dà l'aspetto di Tunnel, poco confacente a dir vero alla miglior condizione atmosferica del punto del globo che fisserà l'Ora universale. E noi tutti ricordiamo infatti che il Bollettino della Società meteorologica italiana riassumendo, nel fascicolo di Marzo dello scorso anno, i dati pubblicati nel *Symon' s Meteorological Magazine* sulla climatologia dell' Impero britannico, osservava che di tutte le stagioni dei vastissimi domini dell' Inghilterra *la più nebbiosa ed umida* era stata, nel 1889, quella di Londra di cui Greenwich fa parte. È lecito credere che le infelici condizioni atmosferiche di Greenwich non siano state senza influenza sull' attitudine dell' antico Direttore di quell'Osservatorio, l' illustre Sir G. B. Airy il quale interrogato, nel 1879, dal Governo britannico sulla questione dell'Ora universale, diede questa nobilissima risposta: « Quasi tutta la navigazione è basata sul *Nautical* « *Almanac*, i cui dati si rapportano al Meridiano di Greenwich..... Io, però, « come Direttore del suo Osservatorio respingo interamente l'idea di fon- « dare su ciò un titolo qualunque per la scelta di questo Meridiano ».

Perché, dunque, saremo noi più inglesi degli Inglesi?

Poscritto. — Dacchè fu letta la precedente Memoria la riforma del Calendario continuò ad occupare viemaggiormente la stampa russa. E ben lo si comprende. Qualunque sia l'ora addottata come iniziale e per quanto limitate ne sieno le applicazioni, la sua introduzione equivale praticamente all'adozione di un Calendario universale. L'ora universale infatti, neppure può concepirsi separata da una data universale, cioè da un giorno, da un mese e da un anno perfettamente determinato, in altri termini da un Calendario universale.

Nella seduta del 20 maggio dell'Accademia delle Iscrizioni e belle lettere di Parigi, il nostro rappresentante leggeva una Nota: « *La question de la Pâque dans la réforme du Calendrier russe* » in cui rispondeva alla principale obbiezione della stampa russa contro l'adozione del nostro Calendario. Non isfugge però a nessuno che la vera causa della difficoltà che incontra, in Russia, questa misura consiste nella tema di ledere le suscettibilità religiose degli Ortodossi. A questo appunto si rispondeva nella Memoria di questa Accademia dal nostro Governo sottoposta alle potenze, là ove si fa osservare che la scelta del meridiano di Gerusalemme « *sera une compensation au sentiment religieux des populations orthodoxes pour l'abandon tôt ou tard inévitable de leur Calendrier* ». Per tanto il nostro Governo ha saviamente pensato che la Russia potrebbe subordinare la questione dell'ora universale a quella del Calendario universale e domandare come condizione della sua adesione a qualunque proposta relativa alla prima che si tenga conto delle speciali difficoltà della sua posizione. Nessuno cred'io vorrà biasimare l'Italia per la sua preveggenza (Vedi anche nella *Nouvelle Revue*, del 1° giugno 1892 l'articolo *La Gazette de Moscou et la réforme du Calendrier russe*).

Finalmente non è superfluo ricordare che il Generale Strachey rappresentante a Washington, della Gran Brettagna, vi suggerì che si modificassero le ore nazionali in modo da differire tra loro di dieci minuti, *o di multipli di dieci minuti,* cominciando dal meridiano iniziale. Questo progetto merita sicuramente di venir preso in considerazione almeno tanto quanto il sistema americano, non foss' altro come avviamento all'introduzione del sistema decimale anche nella misura del tempo. Ora per una strana e felice coïncidenza negligendo i secondi, Greenwich si trova alla distanza oraria di 2 ore e 20 minuti da Gerusalemme, il meridiano che indica l'ora detta dell'Europa media si trova a un'ora e 20 minuti, e Roma a un'ora 30 minuti da Gerusalemme. Anche il meridiano di Parigi che si trova a più di 9 minuti all'Est di Greenwich può praticamente considerarsi come alla distanza di 10 minuti dal meridiano inglese, e di 2 ore e 10 minuti da Gerusalemme. Se il progetto del Generale Strachey viene addottato, il meridiano iniziale potrà egualmente dirsi quello di Greenwich,

o quello di Parigi, o quello dell' Europa media, o quello di Roma, o quello di Gerusalemme, giusta le preferenze di ciascuno. E gli Stati che già hanno aderito al sistema americano dei 24 fusi potrebbero continuare a servirsi dell' ora da essi prescelta senza per questo pregiudicare all' ulteriore fissazione definitiva di un meridiano iniziale che, per servirmi dell'espressione della Conferenza telegrafica internazionale di Parigi, possa meglio che quello di Greenwich *concilier tous les intérêts.*

CONTRIBUTO

ALLA

INTEGRAZIONE DELLE EQUAZIONI DIFFERENZIALI LINEARI

MEDIANTE INTEGRALI DEFINITI

MEMORIA

DEL

PROF. SALVATORE PINCHERLE

(Letta nell' Adunanza del 21 Febbraio 1892).

In varî lavori pubblicati tanto fra le Memorie di questa illustre Accademia quanto in altri periodici (*), ho trovato opportuno di considerare ogni espressione in forma di integrale definito

$$J(x) = \int_\lambda A(t, x)\varphi(t)dt$$

come un'*operazione funzionale* eseguita sulla funzione $\varphi(t)$, operazione il cui risultato è una funzione del parametro x; ho chiamato anche questa operazione una *trasformazione* della $\varphi(t)$ nella $J(x)$ e di tale trasformazione $A(t, x)$ veniva detta la *funzione caratteristica*. Il presente lavoro ha per oggetto di mostrare come questo concetto si possa applicare nello studio dell' integrazione delle equazioni differenziali lineari mediante integrali definiti; più precisamente, di mostrare come, assumendo per funzione caratteristica

$$(t - x)^\rho \qquad \text{o} \qquad G^\rho(t, x),$$

dove $G(t, x)$ è una funzione razionale intera, la trasformazione funzionale applicata all' integrale di un' equazione differenziale lineare regolare e a coefficienti razionali lo trasformi nell' integrale di una nuova equazione differenziale lineare, essa pure regolare ed a coefficienti razionali. Giova

---

(*) V. in particolare *Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna,* S. IV, T. VII 1886 e S. IV, T. VIII, 1887; *Acta Mathematica*, T. VII e X.

notare che mentre la seconda di queste trasformazioni è, a mio credere, affatto nuova, la prima di esse è stata usata dal sig. Pochhammer nei suoi lavori sulla generalizzazione delle equazioni ipergeometriche (*) e gli ha servito in particolare a trovare l'espressione generale, in forma di integrale definito multiplo, dell'integrale della equazione ipergeometrica generalizzata a due punti singolari del sig. Goursat (**). In un altro e più recente lavoro (***), il sig. Pochhammer ha fatto uno studio interessante delle espressioni della forma

$$\int_a^b (t-x)^\rho \varphi(t)dt\,,$$

dove $\varphi(t)$ è, in generale, una funzione multiforme qualsivoglia, senza aggiungere però ipotesi speciali sulla natura di questa funzione. Il metodo che egli segue, applicato al caso che $\varphi(t)$ soddisfi ad una equazione lineare, permette, come dimostro nel primo capitolo del presente lavoro, di verificare *a priori* che quella espressione, estesa ad una conveniente linea d'integrazione, è alla sua volta integrale di un'equazione dello stesso genere che si può dire la *trasformata* della prima. Nel secondo capitolo studio alcuni speciali contorni di integrazione, pei quali l'espressione precedente gode di proprietà che la riavvicinano ai periodi degli integrali abeliani. Nel terzo capitolo si determina, con calcolo semplice, la forma effettiva dell'equazione differenziale trasformata, mentre nel quarto si considerano sistemi di equazioni della stessa *specie* e fra questi, sistemi ricorrenti di equazioni. Infine il quinto capitolo ha per oggetto di estendere i risultati precedentemente ottenuti alle trasformazioni funzionali di cui $G^\rho(t, x)$ è la funzione caratteristica. Quest'ultima parte si può anche riguardare come una estensione del noto teorema dell'Hermite circa alla differenza dei valori che un integrale definito prende dalle due parti di un taglio (****) anche in un caso in cui la funzione sotto il segno integrale è multiforme.

(*) *Ueber die Differentialgleichung der allgemeineren hypergeometrischen Reihen u. s. w.*, Crelle, T. CII, pag. 76.

(**) *Sur les fonctions hypergéométriques d'ordre supérieur.* Ann. de l'École Normale, S. II, T. XII, pag. 261.

(***) *Ueber eine Klasse von Functionen einer complexen Variabeln, welche die Form bestimmter Integrale haben.* Crelle, T. CIV, pag. 151.

(****) *Sur quelques points de la théorie des fonctions,* Acta Soc. Scientiarum Fennicæ, T. XII.

I.

1. Abbiasi l'equazione differenziale lineare dell'ordine p, omogenea, regolare nel senso del Fuchs ed a coefficienti razionali

$$(1) \qquad P_o \frac{d^p \varphi}{dt^p} + P_1 \frac{d^{p-1}\varphi}{dt^{p-1}} + \cdots + P_p \varphi = 0$$

dove

$$(2) \qquad P_o = (t - \alpha_1)(t - \alpha_2) \cdots (t - \alpha_r)\,;$$

i punti $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_r$ ed il punto $t = \infty$ sono i punti singolari dell'equazione (1).

Faremo l'ipotesi che le radici dell'equazione determinante relativa ad ogni punto $\alpha_h (h = 1, 2, \ldots r)$ siano tali che la loro parte reale sia maggiore di -1; ne risulta che essendo φ un integrale particolare qualunque dell'equazione, l'espressione

$$\int \varphi(t) dt$$

estesa ad un cerchio di centro α_h e di raggio piccolissimo andrà a zero col raggio del cerchio. Questa ipotesi non costituisce però una restrizione essenziale, perchè colla trasformazione

$$\varphi = P_o^g \psi$$

dove g è un esponente intero convenientemente scelto, l'equazione (1) si può sempre trasformare in un'altra che abbia la proprietà indicata.

Si indichi con l una linea chiusa qualsivoglia di lunghezza finita, ma che non passi per alcuno dei punti $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_r$; se $\varphi(t)$ è un integrale particolare qualunque dell'equazione (1), il quale si intenda continuato analiticamente lungo la linea l, è noto che l'espressione

$$(3) \qquad \int_l \varphi(t)(t - x)^\gamma dt$$

dove l'integrazione s'intende estesa alla linea l percorsa in un senso determinato e che si può riguardare come una *trasformazione funzionale* della $\varphi(t)$, rappresenta in tutto il piano x, all'infuori dei punti della linea

l, una funzione analitica. Fatto inoltre un taglio che da un punto di questa linea vada fino all'infinito, la (3) rappresenta nel piano così tagliato ed esclusa l'area contenuta dalla linea l, un ramo ad un valore di una funzione analitica monogena, secondo il concetto del Weierstrass. Nell' espressione (3) supporremo sempre che la parte reale del numero ρ sia maggiore di -1.

2. Qualunque sia la linea l chiusa di cui al § precedente, essa si potrà sempre scomporre in un numero finito di contorni elementari (*lacets*) relativi ai punti singolari dell' equazione (1), e l' integrale (3) corrispondente sarà la somma di integrali estesi a tali contorni. Ne viene che basta studiare l' integrale (3) assumendo come linea l uno di questi contorni elementari, ad esempio quello relativo al punto singolare a_h. Questo contorno è formato nel modo usuale:

1° di un segmento $t_o t_h$ (rettilineo o curvilineo, ma senza nodi e che non passa per alcuno degli altri punti singolari a_i) che partendo da un punto t_o qualunque non singolare del piano, termini ad un punto t_h vicinissimo ad a_h;

2° di una circonferenza avente il centro in a_h ed il raggio piccolissimo $t_h a_h$, la quale s'intende percorsa in senso positivo;

3° del segmento $t_h t_o$.

Essendo

$$\varphi_1(t),\ \varphi_2(t), \dots \varphi_p(t) \tag{4}$$

un sistema fondamentale d'integrali nell'intorno del punto t_o, intenderemo che nell'espressione (3) si parta dal punto t_o ponendo per la funzione $\varphi(t)$ sotto il segno uno qualunque di questi integrali, per esempio $\varphi_k(t)$, il quale si continuerà analiticamente lungo tutta la linea l. Dopo percorsa questa linea, ci si ritroverà nel punto t_o con una funzione $\varphi(t)$ sotto il segno che sarà una determinata combinazione lineare, omogenea ed a coefficienti costanti delle (4); sia essa $\overline{\varphi}_k(t)$.

3. Siano x, x' due valori del parametro x rappresentati da punti vicinissimi alla linea l d'integrazione, ma l'uno da una parte, l'altro dall'altra di questa linea. Posto per brevità

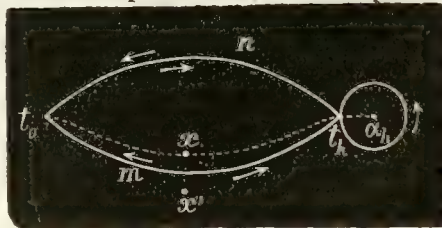
$$\int_l(x) = \int_l \varphi_k(t)(t-x)^\rho dt\,,$$

ci proponiamo di esprimere la differenza fra $f(x')$ ed $f(x)$. A questo effetto ci gioveremo di un ragionamento analogo a quello che si trova nel citato lavoro del sig. Pochhammer (*). Incominceremo pertanto a cercare la

(*) *Ueber eine Klasse von Functionen u. s. w.* Crelle, T. CIV, pag. 153.

differenza dei valori dell'espressione (3) estesa a due contorni elementari l, l' aventi il medesimo estremo t_o, relativi allo stesso punto α_h e comprendenti fra loro il punto x, ma nessun punto singolare α_i dell' equazione (1). Sia $t_o m t_h$ il segmento fra t_o e t_h per il contorno l, $t_o n t_h$ per il contorno l'.

Fig. 1.

L' integrale esteso al piccolo cerchio α_h essendo nullo per l' ipotesi fatta al § 1, l'integrale esteso alla curva l si riduce ad

$$\int_l (x) = \int_{\overline{t_o m t_h}} \varphi_k(t)(t-x)^\rho dt + \int_{\overline{t_h m t_o}} \overline{\varphi}_k(t)(t-x)^\rho dt ;$$

invece quando si percorre la linea l', mentre in t_h la funzione $\varphi_k(t)$ giunge collo stesso valore che percorrendo la linea l, il fattore $(t-x)^\rho$ vi giunge moltiplicato per $e^{-2\pi i\rho}$, e perciò si avrà

$$\int_{l'} (x) = \int_{\overline{t_o n t_h}} \varphi_k(t)(t-x)^\rho dt + e^{-2\pi i\rho} \int_{\overline{t_h n t_o}} \overline{\varphi}_k(t)(t-x)^\rho dt .$$

Ora facendo la differenza di queste espressioni si trova senza difficoltà, mediante il citato ragionamento del Pochhammer, che la differenza dei primi due integrali dei secondi membri è

$$(1-e^{-2\pi i\rho}) \int_x^{\alpha_h} \varphi_k(t)(t-x)^\rho dt ,$$

mentre la differenza dei secondi è

$$(1-e^{-2\pi i\rho}) \int_{\alpha_h}^{x} \overline{\varphi}_k(t)(t-x)^\rho dt ;$$

donde

$$\int_l (x) - \int_{l'} (x) = (1-e^{-2\pi i\rho}) \int_x^{\alpha_h} (\varphi_k(t) - \overline{\varphi}_k(t))(t-x)^\rho dt .$$

Ciò premesso, riprendiamo i due punti x ed x' vicinissimi al segmento

$t_0 m t_h$, l'uno da una parte e l'altro dall'altra di esso; descriviamo poi la linea l' per modo che x rimanga fra $t_0 m t_h$ e $t_0 n t_h$, mentre x' è fuori dell'area racchiusa da queste. Si ha allora, poichè fra l ed l' non cade nè x', nè alcun punto singolare della (1):

$$\int_l (x') - \int_{l'} (x') = 0\,,$$

mentre x ed x' essendo da una stessa parte di l', si ha:

$$\int_{l'} (x') - \int_{l'} (x) = \varepsilon\,,$$

essendo ε una quantità che tende a zero con $|x' - x|$. Dalla combinazione di queste differenze ricaviamo:

$$\int_l (x') - \int_l (x) = (1 - e^{-2\pi i \rho}) \int_x^{\alpha_h} (\overline{\varphi}_k(t) - \varphi_k(t))(t - x)^\rho dt + \varepsilon\,. \tag{5}$$

4. Della equazione differenziale data (1) si conosce il gruppo; ne viene che si conoscono i coefficienti della sostituzione che si opera sul sistema fondamentale (4) dopo che la variabile ha percorso il contorno elementare l. Sia dunque

$$\overline{\varphi}_k(t) = c_{k1}\varphi_1 + c_{k2}\varphi_2 + \cdots + c_{kp}\varphi_p\,,$$
$$(k = 1,\, 2, \ldots p)\,;$$

ne risulta che la (5) prende la forma

$$\int_l (x') - \int_l (x) = \sum_{s=1}^{p} C_{ks} \int_x^{\alpha_h} \varphi_s(t)(t - x)^\rho dt + \varepsilon\,, \tag{6}$$

dove

$$C_{ks} = \begin{cases} (1 - e^{-2\pi i \rho})c_{ks} \ldots\ldots\ \text{per } s \gtrless k\,, \\ (1 - e^{-2\pi i \rho})(c_{kh} - 1) \ldots\ \text{»}\ \ s = k\,. \end{cases}$$

5. Siamo ora in grado di riconoscere quale è la modificazione che subisce la espressione (3) quando la variabile x descrive una linea chiusa

qualunque nel suo piano. Se la linea non attraversa né circonda la linea l, la funzione riprende lo stesso valore quando x torna al punto di partenza. Se la linea chiusa descritta dalla x circonda la linea l, si vede senza difficoltà che la funzione si ritrova moltiplicata per $e^{2\pi i\rho}$ (*). Infine, se la linea attraversa la linea l, abbiamo visto dal § precedente che al valore della funzione si aggiunge un' espressione della forma

$$\sum_{k=1}^{p} C_k \int_x^{\alpha_i} \bar{\varphi}_k(t)(t-x)^\rho dt\,.$$

Da ciò la conseguenza che lo studio dell' integrale (3) porta necessariamente a quello degli rp integrali

$$\eta_{hk}(x) = \int_x^{\alpha_h} \bar{\varphi}_k(t)(t-x)^\rho dt\,, \tag{7}$$

$$(h=1,\ 2, \ldots r\,; \quad k=1,\ 2, \ldots p)\,;$$

la linea d' integrazione essendo un segmento (rettilineo o curvilineo — in quest' ultimo caso senza nodi) che non passa per alcun punto singolare α_i diverso da α_h.

6. Venendo dunque a considerare gl' integrali (7), indicheremo uno di essi genericamente con $\eta\ (x)$; esso rappresenta una funzione analitica della x di cui il lavoro più volte citato ci permette di riconoscere il modo di comportarsi quando la variabile x descrive un contorno chiuso qualsiasi nel suo piano. Infatti (**) se il contorno descritto da x racchiude un punto singolare α_i diverso da α_h, l' integrale si aumenta per una espressione della forma

$$\int_x^{\alpha_i} (\bar{\varphi}(t) - \bar{\bar{\varphi}}(t))(t-x)^\rho dt\,.$$

dove $\bar{\bar{\varphi}}(t)$ è ciò che diviene $\bar{\varphi}(t)$ dopo un giro della variabile t intorno ad α_i; mentre se il contorno descritto da x include il punto α_h, la $\eta\ (x)$ si trasforma nella espressione

$$e^{2\pi i\rho} \int_x^{\alpha_h} \bar{\bar{\varphi}}(t)(t-x)^\rho dt\,,$$

(*) Pochhammer, loc. cit., pag. 159.
(**) Pochhammer, loc. cit., pag. 161.

essendo $\overline{\varphi}(t)$ ciò che diviene $\varphi(t)$ dopo un giro della variabile t intorno al punto α_h. Combinando questi due risultati, si ha il modo di comportarsi di $\eta(x)$ per qualunque contorno chiuso descritto da x.

Ma $\overline{\varphi}(t)$, $\overline{\overline{\varphi}}(t)$,.. sono espressioni lineari a coefficienti costanti di φ_1, $\varphi_2, \ldots \varphi_p$; onde segue che ogni $\eta_{hk}(x)$ è una tale funzione della x che quando questa variabile descrive una linea chiusa, essa si trasforma in una funzione lineare omogenea a coefficienti costanti delle rp funzioni $\eta_{hk}(x)$. Da ciò il teorema:

Ogni espressione

$$\eta(x) = \int_x^{\alpha_h} \varphi(t)(t - x)^\rho dt,$$

dove φ(t) *è un integrale particolare qualunque dell' equazione differenziale lineare* (1) *d' ordine* p *di cui* α_h (h = 1, 2, ... r) *sono i punti singolari, è integrale particolare di una equazione differenziale lineare omogenea in* x *a coefficienti uniformi, di un ordine non maggiore di* rp, *ma riducibile, come si vedrà in seguito, ad un ordine notevolmente inferiore. Questa equazione si dirà* trasformata *dalla* (1) *mediante la trasformazione funzionale* (3).

Da questa proposizione, e dal modo di comportarsi dell' integrale definito (3) quando la variabile x descrive un giro qualunque nel suo piano (§ 5) risulta che l' integrale (3) dopo un giro qualunque compiuto dalla x riprende lo stesso valore moltiplicato per una costante ed aumentato di una funzione lineare delle $\eta(x)$ a coefficienti costanti; da cui risulta subito il teorema:

Ogni espressione

$$\int_l \varphi(t)(t - x)^\rho dt$$

dove l *è una linea chiusa del piano* t, *è integrale di un' equazione lineare non omogenea dell' ordine* rp *al più, il cui primo membro coincide col primo membro dell' equazione differenziale lineare omogenea trasformata della* (1).

7. Le considerazioni dei §§ 2-5 e segnatamente le espressioni date al § 4 per la C_{ks} permettono di dedurre immediatamente dalle sostituzioni subite dal sistema d' integrali $\varphi_1, \varphi_2, \ldots \varphi_p$ quando la variabile t descrive un contorno chiuso, la sostituzione subita dalle η_{hk}(x) quando la x percorre lo stesso contorno. In altre parole si può, *dal gruppo dell' equazione lineare* (1), *dedurre il gruppo dell' equazione lineare trasformata.*

Inoltre nell' intorno di ogni punto x diverso da uno dei punti α_h o da $x = \infty$ le funzioni $\eta(x)$ sono ad un valore, finite e continue; onde segue

che *l' equazione lineare trasformata ha per soli punti singolari i punti* $\mathbf{x} = \alpha_h$ *ed* $\mathbf{x} = \infty$.

II.

8. Preso nel piano della variabile t un punto qualunque non singolare t_0, si descrivano gli r contorni elementari che partendo da t_0, si riferiscono ai varî punti singolari dell' equazione (1), e sia l_h il contorno elementare relativo ad α_h. Qualunque linea λ che partendo da t_0, vi ritorna, si può sempre considerare come formata da una successione di contorni elementari percorsi in ordine determinato, ognuno di essi potendo anche essere percorso più volte. Si potrà dunque porre

$$\lambda = \pm m_1 l_1 \pm m_2 l_2 + \cdots\cdots, \tag{8}$$

essendo m_1, $m_2, \ldots$ numeri interi positivi, e converrà anche scrivere:

$$\lambda = \pm (l^1 + l^2 + \cdots l^{m_1}) \pm (l^{m_1+1} + l^{m_1+2} + \cdots l^{m_1+m_2}) + \cdots\cdots, \tag{8'}$$

essendo

$$l^1 = l^2 = \cdots l^{m_1} = l_1, \qquad l^{m_1+1} = l^{m_1+2} = \cdots l^{m_1+m_2} = l_2, \ldots\ldots$$

Nelle (8) ed (8'), si prenderà il segno $+$ o $-$ secondo che il contorno corrispondente è percorso in senso positivo o negativo; è da notare che l' ordine di successione dei contorni elementari in queste due formole non si può alterare. Nella linea λ si riguarderanno come ammissibili tutte quelle deformazioni (*deformazioni continue*) per le quali, tenuta ferma l'origine t_0, nessuna parte della linea stessa viene ad oltrepassare qualche punto singolare della funzione $\varphi(t)$.

Consideriamo ora l' integrale

$$\int_\lambda \varphi(t)(t - x)^\varrho dt,$$

in cui x è esterno alla linea d' integrazione e dove $\varphi(t)$ è un integrale particolare determinato per $t = t_0$ e che si continua analiticamente lungo λ; si indichi con $\varphi^s(t)$ la determinazione che conviene a $\varphi(t)$ quando la variabile t ritorna in t_0 dopo percorsa la parte l^{s-1} della linea λ: allora

l' integrale definito precedente si scrive

$$\sum_s \int_{l^s} \varphi_s(t)(t-x)^p dt\,,$$

e questo alla sua volta, per essere nullo l' integrale esteso ad un piccolo cerchio intorno ad α_i secondo l' ipotesi fatta al § 1, si può ridurre a

$$\sum_s \int_{t_0}^{\alpha_i} (\varphi_s(t)-\varphi_{s+1}(t))(t-x)^p dt\,. \tag{9}$$

9. Si supponga ora la linea λ dotata della proprietà che quando la variabile t, partita da t_0, ha percorso l' intera linea, la determinazione dell' integrale nel punto t_0 di arrivo sia la stessa che si è assunta al punto di partenza, senza che però la linea λ sia riducibile ad un punto per deformazione continua. In questa ipotesi, si congiunga il punto x con t_0 mediante un segmento (rettilineo, o curvilineo senza nodi) che non incontri in alcun punto il contorno di λ, e si consideri la linea formata da

$$\overline{xt_0}+l^1+\overline{t_0x}+\overline{xt_0}+l^2+\overline{t_0x}+\cdots\cdots$$

L' integrale esteso a questa nuova linea è dunque

$$\sum_s \left[\int_x^{t_0} \varphi_s(t)(t-x)^p dt+\int_{t_0}^{\alpha_i} (\varphi_s(t)-\varphi_{s+1}(t))(t-x)^p dt+\int_{t_0}^{x} \varphi_{s+1}(t)(t-x)^p dt\right]. \tag{10}$$

Ma l'ultimo termine di ogni parentesi quadra della sommatoria distrugge il primo termine della parentesi seguente, ed il primo della prima parentesi distrugge l' ultimo dell' ultima per l' ipotesi fatta sulla linea λ; talchè il valore dell' espressione (10) non differisce da quello dell' integrale esteso alla linea λ. Ma la (10) si può scrivere immediatamente

$$\sum_s \int_x^{\alpha_i} (\varphi_s(t)-\varphi_{s+1}(t))(t-x)^p dt\,,$$

e sotto questa forma si vede che essa è una combinazione lineare delle $\eta_{hk}(x)$; onde questa proprietà vale per l' integrale esteso a λ, e si può enunciare che:

Se esiste una linea chiusa non riducibile per deformazione continua ad un punto, tale che un integrale particolare $\varphi(t)$ *della* (1) *riprenda al punto di partenza il suo valore iniziale dopo che la variabile ha percorsa l'intera linea, l'integrale definito*

$$\int_\lambda \varphi(t)(t-x)^\rho dt\,,$$

è un integrale dell'equazione differenziale lineare trasformata della (1).

10. Puó accadere che per una stessa linea λ, più integrali particolari abbiano la proprietà indicata.

Puó anzi avvenire in certi casi che esistano linee (non riducibili ad un punto) tali che tutti gl'integrali particolari dell'equazione (1) riprendano lo stesso valore quando la variabile ha percorso la linea stessa. Una tale linea verrà distinta col nome di *ciclo.*

Qualunque punto t_0 del ciclo si puó riguardare come suo punto iniziale. Di più, il ciclo si puó far passare per qualunque punto non singolare t'_0 del piano, poiché basta considerare

$$t'_0 t_0 + \lambda + t_0 t'_0\,;$$

questo é daccapo un ciclo, non sostanzialmente distinto dal precedente.

Ad ogni linea chiusa λ che parta da t_0 e vi ritorni, corrisponde una sostituzione del gruppo dell'equazione lineare (1). Se ad ogni sostituzione del gruppo facciamo corrispondere un foglio della Riemanniana (*) dei cui punti l'integrale della (1) é funzione uniforme, potremo dire che la linea λ non é *chiusa* sulla Riemanniana, a meno che non sia un ciclo. I cicli esistono dunque ogniqualvolta il gruppo di sostituzioni della (1) contiene una sostituzione uguale (senza peró essere riducibile identicamente) all'unità ; sia

$$T = S_1^{m_1} S_2^{m_2} \ldots S_r^{m_r} S_1^{n_1} S_2^{n_2} \ldots = 1$$

una tale sostituzione, se

$$S_1, S_2, \ldots S_r$$

sono le sostituzioni generatrici del gruppo : ad ogni distinta sostituzione T corrisponde un ciclo e viceversa.

Se due linee λ_1, λ_2 sono cicli, lo é pure la linea $\lambda_1 + \lambda_2$; l'insieme dei

(*) Ad infiniti fogli, peró numerabili. V. Vivanti e Poincaré, Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo, T. II, 1888.

cicli, come quello delle sostituzioni T, costituisce dunque un gruppo il quale è evidentemente permutabile. Se vi sono q cicli fra loro indipendenti (nel senso che uno di essi sia riducibile alla somma degli altri) ogni altro ciclo si potrà scrivere

$$m_1\lambda_1 + m_2\lambda_2 + \cdots + m_q\lambda_q ,$$

essendo $m_1, m_2, \ldots m_q$ numeri interi e positivi.

L'esistenza dei cicli è subordinata a quella delle sostituzioni T, di cui la presenza ed il numero servono a dare il carattere (*) al gruppo di sostituzioni dell'equazione (1).

Nel caso di q cicli indipendenti, avremo i qp integrali estesi ai cicli:

$$(11) \qquad \int_{\lambda_i} \varphi_k(t)(t-x)^\varrho dt , \qquad \begin{pmatrix} i=1, 2, \ldots q \\ k=1, 2, \ldots p \end{pmatrix}$$

che saranno, per il § precedente, altrettante soluzioni dell'equazione differenziale delle $\eta_{hk}(x)$.

11. L'integrale

$$\int_{\lambda} \varphi(t)dt .$$

esteso ad un ciclo λ si potrebbe chiamare un *periodo* dell'equazione differenziale. Ecco la ragione che giustifica questa denominazione. Se si considera l'integrale definito

$$(12) \qquad \int_{t_0}^{t} \varphi(t)dt ,$$

come funzione del suo limite superiore, esso ci dà una funzione multiforme i cui infiniti valori si possono ottenere aggiungendo ad uno di essi il valore dell'integrale esteso ad una linea chiusa λ qualunque che parta da t e vi ritorni: valore che sarà in generale funzione di t. Questo valore si ridurrà però ad una costante, qualunque sia l'integrale particolare $\varphi(t)$ sotto il segno, quando la linea λ è un ciclo. Quando dunque per un'equazione lineare (1) esistono dei cicli riducibili a q indipendenti $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_q$, vi sono fra gl'infiniti valori di ogni espressione (12) di quelli che diffe-

(*) Cfr. Walther Dyck, *Gruppentheoretischen Studien*, Math. Annalen, T. XX.

riscono fra loro per costanti della forma

$$m_1\omega_1 + m_2\omega_2 + \cdots + m_q\omega_q ,$$

essendo $m_1, m_2, \ldots m_q$ numeri interi ed

$$\omega_h = \int_{\lambda_h} \varphi(t)dt ;$$

fatto analogo alla proprietà dei moduli di periodicità (o periodi) negli integrali abeliani e che legittima il nome di *periodi* proposto per gl'integrali ω_h.

Gl'integrali (11) considerati nel § precedente sono i periodi dell'equazione differenziale lineare avente per integrale generale $\varphi(t)(t-x)^\rho$ e che si deduce immediatamente dalla (1); questi periodi, come funzioni della x, soddisfano all'equazione lineare trasformata della (1).

12. Se il gruppo dell'equazione (1) è permutabile, cioè se le sue sostituzioni soddisfano alla relazione

$$S_i S_j = S_j S_i ,$$

ne viene immediatamente la sostituzione T:

$$S_i^{-1} S_j^{-1} S_i S_j = 1 .$$

Ad ognuna di queste sostituzioni T corrisponde un ciclo, che secondo la (8) si potrà scrivere

$$\lambda = l_j + l_i - l_j - l_i$$

e che è rappresentato dalla figura di contro; per ciascuna di queste linee e per ogni integrale particolare $\varphi(t)$ l'espressione (11) darà un integrale della equazione trasformata.

Fig. 2.

Il caso che l'equazione (1) sia del prim' ordine rientra in questo, perchè allora il gruppo dell'equazione è permutabile. Ma in tal caso particolare l'integrazione definita (3) porta, come è facile vedere, alla equazione ipergemetrica generalizzata del Pochhammer; allora le curve λ sono quelle dette dal Pochhammer stesso *Curven mit doppelte Umlaufe* (*) e considerate pure dal Jordan (**).

(*) Mathem. Annalen, T. XXXV, pag. 470.
(**) Cours d'Analyse, T. III, § 193.

III.

13. Nei paragrafi precedenti abbiamo dimostrato *a priori* come gl'integrali definiti (3), estesi ad una linea che vada da x ad uno dei punti singolari a_i, oppure ad un ciclo (se ne esistono), soddisfano ad una equazione differenziale lineare a coefficienti uniformi in x ed i cui punti singolari sono gli stessi che per l'equazione (1). È facile ora di formare effettivamente questa equazione, che vedremo essere dell'ordine r uguale al grado del polinomio $P_0 (r \geq p)$ e a coefficienti razionali.

A quest' effetto, pongo

$$(13) \qquad y(x) = \int_\lambda \varphi(t)(t-x)^{\sigma+r-p} dt ,$$

essendo λ un ciclo ed x essendo esterno alla linea d'integrazione. Si escludono per σ i valori interi negativi. L'ipotesi dell'esistenza di un ciclo non ha nulla di restrittivo; infatti noi sappiamo già che l'equazione delle $\eta(x)$ è la stessa dell'equazione dell'integrale (3) esteso ad un ciclo, ed ora trattasi soltanto di determinare l'equazione in via puramente formale.

Dalla (13) si deduce mediante la derivazione applicata h volte rispetto ad x, ed indicando le derivate per mezzo di indici superiori:

$$y^{(h)}(x) = (-1)^h (\sigma+r-p) \cdots (\sigma+r-p-h+1) \int_\lambda \varphi(t)(t-x)^{\sigma+r-p-h} dt ;$$

da questa, applicando k volte l'integrazione per parti e notando che per essere λ un ciclo ed x esterno alla linea d'integrazione, la parte ai limiti è nulla, viene:

$$(14) \quad y^{(h)}(x) = (-1)^{h-k} (\sigma+r-p) \cdots (\sigma+r-p-h+k+1) \int_\lambda \varphi^{(k)}(t)(t-x)^{\sigma+r-p-h+k} dt .$$

Ora si osservi che, posto per k intero e positivo

$$\sigma_k = \frac{1}{(\sigma+1)(\sigma+2)\cdots(\sigma+k)} ,$$

ne viene

$$(\sigma+k)\sigma_k = \sigma_{k-1} ,$$

onde segue che il simbolo σ_k si puó definire anche per il valore nullo e per un valore intero negativo dell' indice, avendosi

$$\sigma_o = 1\,,\ \sigma_{-k} = \sigma(\sigma-1)\cdots(\sigma-k+1)\,.$$

Mediante questa posizione, la formola (14) vale anche se a k si danno valori uguali o superiori ad h, e si ottiene cosí la formola generale:

$$y^{(h)}(x) = (-1)^k(\sigma+r-p)_k \int_\lambda \varphi^{(h+k)}(t)(t-x)^{\sigma+r-p+k}dt\,, \tag{15}$$

che é valida per ogni intero k da $-h$ d $+\infty$.

14. Riprenderemo ora l' equazione (1), che riscriveremo:

$$P_o(t)\varphi^{(p)} + P_1(t)\varphi^{(p+1)} + \cdots + P_p(t)\varphi = 0\,, \tag{1}$$

essendo, come si é detto, P_o un polinomio razionale intero del grado r, e per essere l'equazione regolare, P_1, $P_2, \ldots P_p$ rispettivamente dei gradi $r-1$, $r-2, \ldots r-p$. Scriveremo in questa equazione il coefficiente $P_h(t)$ nella forma

$$P_h(t) = P_h(x) + P'_h(x)(t-x) + P''_h(x)\frac{(t-x)^2}{1\cdot 2} + \cdots + P_h{}^{(r-h)}(x)\frac{(t-x)^{r-h}}{r-h\,!}\,;$$

moltiplicando allora l' equazione (1) cosí modificata per $(t-x)^\sigma dt$ ed integrando lungo il ciclo λ, si ottiene, tenuto conto delle formole (13) e (14), e della relazione $\sigma_k(\sigma+k) = \sigma_{k-1}$:

$$\begin{gathered} P_o(x)y^{(r)} - ((\sigma+1)P'_o(x) - P_1(x))y^{(r-1)} + \left(\frac{(\sigma+1)(\sigma+2)}{1\cdot 2}P''_o - (\sigma+1)P'_1 + P_2\right)y^{(r-2)} - \cdots \\ \cdots + (-1)^r\left(\frac{(\sigma+1)(\sigma+2)\cdots(\sigma+r)}{r\,!}P_o{}^{(r)} - \frac{(\sigma+1)(\sigma+2)\cdots(\sigma+r-1)}{r-1\,!}P_1{}^{(r-1)} + \cdots + \right. \\ \left. + (-1)^p\frac{(\sigma+1)\cdots(\sigma+r-p)}{r-p\,!}P_p{}^{(r-p)}\right)y = 0\,. \end{gathered} \tag{16}$$

Posto dunque

$$y(x) = \int_\lambda \varphi(t)(t-x)^\rho dt\,,$$

con $\rho = \sigma + r - p$, questa relazione *trasforma* l' equazione differenziale lineare (1) dell' ordine p e con r punti singolari, in un' equazione differen-

ziale lineare omogenea (16) dell' ordine r, coi medesimi r punti singolari della precedente, a coefficienti polinomi e ad integrali regolari. *Questa è l'equazione cui soddisfano le* $\eta(x)$ *di cui al* § 6 *e gl' integrali estesi ad un ciclo* (*).

15. Sulla trasformazione precedente si possono fare alcune osservazioni.

a) È noto che le trasformazioni speciali di Laplace e di Heine

$$\int \varphi(t)e^{tx}dt\,, \quad \int \frac{\varphi(t)dt}{t-x}\,,$$

trasformano l'integrale di un'equazione differenziale lineare in un integrale di un' altra o della stessa equazione lineare. Noi troviamo qui che anche la trasformazione (3) gode della medesima proprietà. Per il caso di $\sigma=-1$ il risultato (16) non è dimostrato, poichè si è escluso da σ sia un numero intero negativo; tuttavia la trasformazione si può fare direttamente, e si ottiene, come equazione trasformata, la stessa equazione (1) in cui la $\varphi(t)$ è sostituita con $y^{(r-p)}(x)$; e ciò accade anche nella (16) facendosi la σ uguale a -1.

b) Quando l' equazione (1) è del prim' ordine, la (16) diviene:

$$(17) \quad P_0(x)y^{(r)} - ((\rho-r+2)P_0'(x) - P_1(x))y^{(r-1)} +$$
$$+\left(\frac{(\rho-r+2)(\rho-r+3)}{1\cdot 2}P_0''(x) - (\rho-r+2)P_1'(x)\right)y^{(r-2)} + \cdots +$$
$$+(-1)^r\left(\frac{(\rho-r+2)\cdots(\rho+1)}{r!}P_0^{(r)}(x) - \frac{(\rho-r+2)\cdots\rho}{r-1\,!}P_1^{(r-1)}(x)\right)y = 0.$$

Questa non è altro che la notissima equazione ipergeometrica generalizzata del signor Pochhammer (**), talchè giungiamo al risultato che *la trasformazione* (3) *applicata all' integrale di un' equazione lineare del primo ordine, origina la equazione ipergeometrica generalizzata.*

c) La stessa trasformazione applicata all' integrale di un' equazione ipergeometrica generalizzata di Goursat dell' ordine $p-1$ (***), permette

---

(*) A questa trasformazione, usata in una questione più speciale dal sig. Pochhammer nella Memoria: *Ueber die Differentialgleichung der allgemeineren hypergeometrischen Reihen mit 2 endlichen singuläre Punkten,* Crelle, T. CII, pag. 76, si potrebbe dare il nome di *trasformazione del* Pochhammer.

(**) Crelle, T. LXXI. — Cfr. Jordan, Cours d'Analyse, T. III, p. 241; Goursat, *Acta Mathematica,* T. II.

(***) Pochhammer, J. di Crelle, T. CII pag. 76.

di formare l'integrale dell'equazione ipergeometrica analoga dell'ordine p e conseguentemente di integrare questa equazione mediante integrali definiti multipli.

IV.

16. Prendendo in esame l'integrale

$$\int_\lambda \varphi(t) g(t)(t-x)^\rho dt\,, \tag{18}$$

dove $g(t)$ è una funzione uniforme, si vede facilmente che le considerazioni dei §§ 2 e seguenti non subiscono modificazioni. Da ciò segue che se λ è un ciclo, l'espressione (18) è integrale di un' equazione lineare della stessa *specie* (*) dell' equazione (16). Per un noto teorema sulle funzioni integrali di equazioni della medesima specie (**) dell' ordine r, fra $r+1$ di esse passerà una relazione lineare a coefficienti razionali in x. Ciò avverrà in particolare per gl' integrali della forma

$$\int_\lambda t^\nu \varphi(t)(t-x)^\rho dt\,,$$

o ciò che è lo stesso, per quelli della forma

$$\int_\lambda \varphi(t)(t-x)^{\rho+\nu} dt\,, \tag{19}$$

essendo v un numero intero.

17. Per gl' integrali (19) la relazione in discorso si ottiene con facilità e prende la forma di equazione ricorrente. Ponendo infatti

$$y(x\,;\ \rho) = \int_\lambda \varphi(t)(t-x)^\rho dt\,, \tag{3'}$$

(*) Secondo la definizione di Poincaré, *Acta Math.*, T. V, p. 212.

(**) V. p. es. Heun: *Zur Theorie der mehrwerthigen, mehrfach verknüpften Functionen. Acta Math.*, T. XI, pag. 99.

se ne deduce coll' integrazione per parte, notando che per essere λ un ciclo la parte ai limiti è nulla:

$$\int_\lambda \bar{\varphi}'(t)(t-x)^{\rho+1}dt = -(\rho+1)y(x;\ \rho)$$

da cui

$$(20)\quad \int \bar{\varphi}^{(k)}(t)(t-x)^{\rho+h}dt = (-1)^k(\rho+h)(\rho+h-1)\cdots(\rho+h-k+1)y(x;\ \rho+h-k).$$

Riscrivendo ora l' equazione (1) come si è fatto al § 14, cioè:

$$\left(P_o(x)+(t-x)P_o'(x)+\cdots\frac{(t-x)^r}{r\,!}P^r(x)\right)\bar{\varphi}^{(p)}+\cdots+$$
$$+\left(P_p(x)+(t-x)P_p'(x)+\cdots+\frac{(t-x)^{r-p}}{r-p\,!}P_p{}^{(r-p)}(x)\right)\bar{\varphi}=0\,;$$

moltiplicando per $(t-x)^{\rho-r+p}dt$, integrando lungo λ e tenendo conto della formola (20), si ottiene l' equazione ricorrente:

$$(21)\quad \begin{aligned} &(\rho-r+1)(\rho-r+2)\cdots(\rho-r+p)P_o(x)y(x;\ \rho-r)+\\ &+(\rho-r+2)(\rho-r+3)\cdots(\rho-r+p)\Big((\rho-r+p+1)P_o'-P_1\Big)y(x;\rho-r+1)+\cdots\cdots\\ &+\left(\frac{(\rho+1)(\rho+2)\cdots(\rho+p)}{r\,!}P_o{}^{(r)}-\frac{(\rho+1)\cdots(\rho+p-1)}{r-1\,!}P_1{}^{(r+1)}+\cdots\right.\\ &\left.+(-1)^p\frac{P_p{}^{(r-p)}}{r-p\,!}\right)y(x;\rho)=0\,, \end{aligned}$$

equazione notevole, che contiene evidentemente come casi particolari le note relazioni lineari fra le funzioni contigue ipergeometriche, tanto ordinarie che generalizzate. Osservando che la $y(x;\ \rho)$ come funzione delle due variabili x e ρ soddisfa all' equazione mista differenziale e alle differenze dal prim' ordine

$$\frac{\partial y(x;\rho)}{\partial x}+\rho y(x;\rho-1)=0\,,$$

si può, con un calcolo semplicissimo, ricavare a piacimento la (21) dalla (16) o viceversa.

18. Riassumendo, abbiamo visto nei §§ precedenti come l' operazione che abbiamo chiamata *trasformazione funzionale* sotto forma d' integrale definito valga, quando si prenda come funzione caratteristica la $(y-x)^\rho$, a

trasformare l' integrale di un' equazione lineare regolare come la (1) nell' integrale di un' equazione lineare pure regolare della forma (16) rispetto al parametro x, ed in un' equazione lineare alle differenze rispetto al parametro ρ. Questi risultati si estendono senza difficoltà tanto al caso che si reiteri l' operazione funzionale, cioè che si consideri l' espressione

$$\int_{\lambda} dt_1 \int_{\lambda_1} \varphi(t)(t-t_1)^{\rho}(t_1-x)^{\rho_1} dt\,,$$

quanto al caso in cui si aumenta il numero delle variabili, sostituendo alla (3) l' espressione

$$\int_{\lambda} \varphi(t)(t-x_1)^{\rho_1}(t-x_2)^{\rho_2}\ldots(t-x_q)^{\rho_q} dt\,.$$

V.

19. Veniamo ora ad estendere i risultati esposti negli articoli precedenti alla trasformazione funzionale espressa dalla formola

$$J(x)=\int_{\lambda} \varphi(t)G^{\rho}(t,x)dt\,, \tag{22}$$

dove $\varphi(t)$ è, come precedentemente, l' integrale di una equazione differenziale lineare regolare e a coefficienti razionali (1), mentre $G(t, x)$ è una funzione razionale intera nelle due variabili t ed x del grado n rispetto a t, ed infine ρ è un esponente non intero.

Riguardando l' equazione.

$$G(t,x)=O \tag{23}$$

come avente per effetto di stabilire una corrispondenza fra i punti dei due piani t ed x, per essa alla linea λ d' integrazione corrisponderà una linea ben determinata del piano x, i cui varî rami saranno i tagli hermitiani (*coupures*) dell' espressione (22). Escludendo che la linea λ passi per i punti critici (radici del discriminante in t della (23)), in ogni campo semplicemente connesso del piano x che non racchiude alcun punto degli

anzidetti tagli la espressione (22) rappresenterà un ramo ad un valore di una funzione analitica monogena nel senso del Weierstrass.

20. Con ragionamenti analoghi a quelli dei §§ 1-5, si vede che quando la variabile x, dopo avere descritto nel suo piano un contorno chiuso torna al punto di partenza, la espressione (32) si altera sia perchè viene moltiplicata per un fattore costante, sia perchè vi si aggiungono integrali della forma

$$\int_{t_i(x)}^{\alpha_k} \varphi(t) G^\rho(t, x) dt \quad \text{o} \quad \int_{t_i(x)}^{t_j(x)} \varphi(t) G^\rho(t, x) dt,$$

essendo $t_i(x)$, $t_j(x)$ radici in t dell' equazione (23), e si può dimostrare con ragionamenti analoghi a quelli dei §§ 6-7, che essi sono integrali di un' equazione differenziale lineare a coefficienti uniformi in x. Ma alla stessa equazione lineare soddisfa anche l' integrale (22) quando la linea λ sia una di quelle definite al § 9 e $\varphi(t)$ l' integrale particolare corrispondente della (1), od anche quando λ sia un ciclo e $\varphi(t)$ un integrale qualsivoglia della stessa equazione (1). Volendo passare alla determinazione formale di questa equazione, si potrà senza inconveniente fare su λ l'una o l'altra ipotesi, supponendo i valori di x limitati ad un campo tale che nessuna delle radici $t_i(x)$ cada entro λ.

21. Si ponga dunque

$$J(x) = \int_\lambda \varphi(t) G^\rho(t, x) dt, \tag{22'}$$

essendo λ un ciclo per l' equazione (1), e si facciano le seguenti osservazioni:

a) Quando una funzione $\psi(t)$ soddisfa ad un' equazione differenziale lineare della forma

$$A_0 \varphi^{(p)} + A_1 \varphi^{(p-1)} + \cdots + A_p \varphi = 0,$$

dove $A_0, A_1, \ldots A_p$ sono polinomî razionali interi in t rispettivamente dei gradi $m, m, -1, \ldots m-p$, $(m \geq p)$, l' espressione

$$K_\nu = \int_\lambda \psi(t) t^{\sigma+\nu} dt, \tag{24}$$

in cui la linea λ non include il punto $t = 0$, soddisfa ad un' equazione li-

neare ricorrente dell' ordine m; in altri termini K_ν si può esprimere in funzione lineare di $K_{\nu-1}$, $K_{\nu-2}$, ... $K_{\nu-m}$, in cui figurano nei coefficienti i coefficienti delle varie potenze di t in A_0, A_1, ... A_p. Questo risultato, ben noto, si deduce dalla formola

$$K_\nu = -\frac{1}{\sigma+\nu+1}\int_\lambda \psi'(t)t^{\sigma+\nu+1}dt$$

ottenuta dalla (24) mediante l' integrazione per parti.

b) La funzione $\psi(t) = \varphi(t)G^\sigma(t, x)$ soddisfa ad una equazione differenziale della forma precedente, dell' ordine p, ed in cui il grado in t del coefficiente A_0 è $m = np + r$; inoltre i coefficienti A_0, A_1, ... A_p contengono razionalmente la x. Ciò si dimostra senza difficoltà derivando successivamente la

$$\varphi = G^{-\sigma}\psi,$$

sostituendo nell' equazione (1) e dividendo tutto per $G^{-\sigma-p}$; la t entrerà al più alto grado nelle parti

$$P_0G^p,\ P_1G^p,\ \dots\ P_pG^p$$

dei coefficienti, cioè ai gradi rispettivi

$$np+r,\ np+r-1,\ \dots\ np+r-p.$$

c) Applicando alla funzione ψ il teorema enunciato in *a)* si trova che le espressioni

$$J_\nu = \int_\lambda \varphi(t)G^\sigma(t, x)t^\nu dt, \quad (\nu = 0, 1, 2, \dots\dots) \tag{25}$$

sono legate da una relazione ricorrente dell' ordine $np + r$, a coefficienti razionali in x. Onde risulta che una espressione (25), per qualunque valore intero positivo di ν, si potrà esprimere mediante una funzione lineare, a coefficienti razionali in x, di J_0, J_1, J_2, ... J_{np+r-1}: indicherò una tale funzione lineare con

$$L(J_0,\ J_1,\ \dots\ J_{np+r-1}).$$

Segue da ciò che, essendo $R(t)$ un polinomio razionale intero di grado qualunque in t, anche

$$\int_\lambda \varphi(t)G^\sigma(t, x)R(t)dt \tag{26}$$

sarà esprimibile mediante una funzione $L(J_0, J_1, \dots J_{np+r-1})$.

22. Ciò premesso, riprendiamo l' espressione (22') ed osserviamo che, posto

$$\sigma = \rho - np - r$$

si ha

$$J(x) = \int_\lambda G^\sigma(t, x) G^{np+r}(t, x) \phi(t) dt ,$$

ma $G^{np+r}(t, x)$ è un polinomio razionale intero in t, onde per essere $J(x)$ della forma (26), si potrà porre

$$J(x) = L_o(J_o, J_1, \dots J_{np+r-1}) .$$

Derivando rispetto ad x:

$$\frac{dJ}{dx} = \rho \int_\lambda G^\sigma(t, x) G^{np+r-1}(t, x) \frac{\partial G}{\partial x} \phi(t) dt$$

ed anche qui $G^{np+r-1}\frac{\partial G}{\partial x}$ essendo un polinomio intero in t, si ha:

$$\frac{dJ}{dx} = L_1(J_o, J_1, \dots J_{np+r-1}) .$$

Per ogni derivata successiva di J rispetto ad x si potrà ottenere una espressione analoga, e si seguiterà fino alla

$$\frac{d^{np+r}J}{dx^{np+r}} = L_{np+r}(J_o, J_1, \dots J_{np+r-1}) .$$

Eliminando ora fra queste $np+r+1$ equazioni lineari le $np+r$ quantità $J_o, J_1, \dots J_{np+r-1}$, si ottiene una relazione lineare a coefficienti razionali in x fra J, $\frac{dJ}{dx}, \dots \frac{d^{np+r}J}{dx^{np-r}}$. *Si è così ottenuta l'equazione differenziale lineare, omogenea, a coefficienti razionali in* x, *cui soddisfa l'espressione* (22'). *L'ordine di questa equazione è* np + r.

Osservando che i coefficienti in x dei polinomî che si ottengono colla derivazione successiva:

$$G^{np+r}, \quad G^{np+r-1}\frac{\partial G}{\partial x}, \quad (\rho-1)G^{np+r-2}\left(\frac{\partial G}{\partial x}\right)^2 + G^{np+r-1}\frac{\partial^2 G}{\partial x^2}, \dots$$

sono di grado ordinatamente decrescente di un' unità, si dimostra senza difficoltà che questa equazione differenziale della J è regolare nel senso del Fuchs. Sono punti singolari per essa le radici delle equazioni

$$G(\infty, x), \qquad G(\alpha_i, x) = 0, \qquad (i = 1, 2, \ldots r)$$

ed inoltre le radici del discriminante in x dell'equazione (23).

23. Le varie espressioni della forma (26), per uno stesso valore di σ o per valori differenti fra loro di numeri interi, soddisfano ad equazioni lineari *della stessa specie* che si formano come si è detto al § precedente. In questa *specie* di equazioni si distinguono sistemi ricorrenti, cioè sistemi di equazioni i cui integrali sono legati da una relazione lineare ricorrente, a coefficienti razionali in x. Tali sono in particolare i sistemi di equazioni cui soddisfano le

$$(27) \qquad \int_\lambda \varphi(t) G^\sigma(t, x) t^\nu dt, \quad (\nu = 0, 1, 2, \ldots\ldots)$$

ed anche le

$$(28) \qquad \int_\lambda \varphi(t) G^{\sigma+\nu}(t, x) dt, \quad (\nu = 0, 1, 2, \ldots\ldots).$$

Le (28) ci danno il sistema delle funzioni sferiche per $\varphi(t) = 1$, $\sigma = -\frac{1}{2}$, $G(t, x) = 1 - 2tx + t^2$; esse ci danno pure le funzioni sferiche generalizzate che ho studiate in un recente lavoro [*] per

$$\varphi(t) = 1, \quad \sigma = -\frac{1}{2}, \quad G(t, x) = t^3 - 3tx + 1.$$

24. Sembra degno di osservazione il caso in cui si fa $\varphi(t) = 1$; si viene allora a studiare l'integrale, esteso ad una curva convenientemente presa,

$$(29) \qquad H(x) = \int_\lambda G^\rho(t, x) dt.$$

In questo caso $p = 1$ ed $r = 0$, poichè l'equazione (1) si riduce a $\varphi' = 0$; pertanto la $H(x)$ soddisfa ad una equazione differenziale lineare regolare

[*] Mem. dell'Accad. di Bologna, S. V, T. I.

dell' ordine n i cui punti singolari sono le radici di $G(\infty, x) = 0$ e quelle del discriminante in x della (23). L' equazione ricorrente che serve, secondo il § 22, al calcolo dell' equazione differenziale della (29), si ottiene subito ponendo

$$G(t, x) = a_0 t^n + a_1 t^{n-1} + \cdots + a_n\,, \quad \psi = G^\sigma,$$

onde

$$G\frac{\partial \psi}{\partial t} - \sigma \frac{\partial G}{\partial t}\psi = 0\,;$$

facendo

$$J_\nu = \int_\lambda G^\sigma(t, x) t^\nu dt$$

l' equazione ricorrente in discorso é

$$\big((\sigma + 1)n + \nu\big)a_0 J_{\nu+n-1} + \big((\sigma + 1)(n - 1) + \nu\big)a_1 J_{\nu+n-2} + \cdots +$$
$$+ (\sigma + 1 + \nu)a_{n-1} J_\nu + \nu a_n J_{\nu-1} = 0\,,$$

e questa permette di calcolare facilmente in forma di determinante, per mezzo del procedimento del § 22, l' equazione differenziale della $H(x)$. Questo caso offre un speciale interesse quando ρ é razionale; più particolarmente quando la sua parte non intera é uguale ad $\frac{1}{2}$; la (29) ci dà infatti, in tale caso, gl' integrali iperellitici completi *considerati come funzioni di un parametro* x *contenuto comunque, purché razionalmente, nella rispettiva forma algebrica fondamentale,* e con ciò resta dimostrato non solo che essi integrali iperellittici completi soddisfano ad una equazione differenziale lineare rispetto ad ogni tale parametro, ma si ha anche un metodo semplice di calcolo che, per via di sole operazioni razionali, permette di costruire effettivamente queste equazioni.

METODO ANALITICO

CON DISCUSSIONE GENERALE

PER LA TRASFORMAZIONE DELLE COORDINATE SFERICHE CELESTI

IN LUOGO DEL METODO SINTETICO

DEI MODERNI ASTRONOMI (BRÜNNOW 1869 E GRUEY 1885)

MEMORIA

DEL PROF. CAV. ANTONIO SAPORETTI

(Letta nella Sessione del 13 Marzo 1892).

È opinione quasi universale che non sia da tenersi di qualche momento chi non giunga (e per noi ogni anno) a scoprire o ad inventare qualche cosa che sappia di scientifico veramente. Ma siccome (parlo dei matematici d'ogni genere, fra' quali anche degli astronomi) tanto nel campo delle matematiche pure quanto delle applicate sono già estesissime le scoperte e le invenzioni a benefizio dell'umano consorzio, così riesce assai malagevole lo scoprire, l'inventare alcun che di utile. E se certa cosa sia il dovere ammirare le Memorie, le Opere che di nuove combinazioni scientifiche fanno di sè splendida mostra, a me sembra potere nullameno pensare che molte di queste, non solo non offrono un'immediata utilitá a bene del genere umano, ma forse resteranno nell'ideale dell'avvenire. E forse un po' troppo io sento dell'opinione del nostro collega Prof. Cav. Cesare Taruffi, il quale tiene molto che gl'insegnanti, senza distorre la mente dalle ricerche, con la speranza che possa il più delle volte, chi cerca qualche nuovo trovare, si dedichino a rendere piano ed utile il loro insegnamento col cercare i metodi, le norme, i procedimenti di analisi e di sintesi, teorici e pratici ad ottenere il fine che viene a loro prefisso, siccome lasciava scritto il Lacroix: si renda facile il difficile, e non difficile il facile, per una vana idea di apparire sublime.

Mosso da cotale considerazione ho indagato di rendere il processo sintetico della Trasformazione delle coordinate sferiche celesti, tenuto dai moderni, come si trova nel Brünnow del 1869 e come si legge nelle lezioni di Astronomia matematica del Gruey del 1875, ad un procedi-

mento piano, Analitico e di tale concatenazione fra gli elementi, cogniti ed incogniti che la mente dei giovani studiosi dell'Astronomia non riesca errante, come a me accadde allorché trascorsi gli scritti del Brünnow e del Gruey.

Eccomi adunque ad esporre estesamente cotesto Metodo Analitico, applicandolo solo per brevità al caso della Trasformazione delle coordinate equatoriali in quelle dell'Eclittica, mentre poi facile cosa riuscirà l'applicarlo a qualsiasi altro caso.

Si immagini ad un dato istante la circonferenza di un circolo massimo della sfera celeste, la quale passi pei poli C dell'equatore EGQ, e B dell'eclittica $eFpc$. Condotti i due circoli, l'uno di declinazione CG, l'altro BF di latitudine dell'astro A, passanti pel centro dell'astro, indicato con p il primo punto d'Ariete p, intersezione delle due circonferenze, equatoriale ed eclittica, si indichino per le coordinate equatoriali

$$AR \text{ (ascensione retta dell'astro)} = pG$$

$$D \text{ (declinazione dell'astro)} \ldots = GA$$

e per le coordinate dell'eclittica

$$L \text{ (longitudine dell'astro)} = pF$$

$$l \text{ (latitudine dell'astro)} = FA$$

e si dica ω l'obbliquità dell'eclittica, supposta nota, come s'insegna nella teoria del moto del sole, (apparente), notando ancora che essendo i due circoli, equatore ed eclittica, perpendicolari al terzo circolo, passante pei poli dei due sudd. circoli, equatore ed eclittica, riesce la loro comune intersezione, Op, perpendicolare al medesimo terzo piano e perciò le due circonferenze, dell'equatore e dell'eclittica, si tagliano fra loro in quattro quadranti per ciascuno con lo stesso terzo circolo, e per conseguenza gli archi

$$pE,\ pQ,\ pe,\ pc$$

sono di 90 gradi, per ciascuno.

Analizzando bene le quantità o meglio le coordinate, equatoriali e della eclittica, non che la obliquità dell'eclittica $\omega = Ec = BC$, è facile il vedere che esse tutte sono legate con gli elementi del triangolo sferico ABC, che diremo perciò *Fondamentale,* il perché esso, rappresentando i poli dei circoli, equatore ed eclittica e passando in oltre due lati di questo triangolo pel centro dell'astro, *individua* le due questioni di trasformazione delle

coordinate e cioè: 1° date le coordinate equatoriali AR e D insieme alla obliquità ω dell'eclittica, determinare la longitudine e la latitudine dell'astro; e 2° date le coordinate dell'eclittica con ω, determinare le coordinate equatoriali.

Indicati pertanto con

$$a,\ b,\ c,\ A,\ B,\ C$$

i sei elementi del triangolo fondamentale, i tre lati ed i tre angoli opposti, si vede immediatamente essere (notando che gli angoli sferici sono in questo caso misurati da archi di circoli massimi, compresi fra due quadranti per ciascun angolo)

$$\begin{aligned}
AR &= pG = GQ - pQ = C - 90^\circ; & C &= 90^\circ + AR \\
D &= GA = GC - AC = 90^\circ - b; & b &= 90^\circ - D \\
L &= pF = Pe - eF = 90^\circ - B; & B &= 90^\circ - L \\
l &= FA = BF - AB = 90^\circ - c; & c &= 90^\circ - l \\
\omega &= Ee = COB = CB = a; & a &= \omega .
\end{aligned}$$

Analizzando gli elementi a, b, c, B, C, che si riferiscono alle due quistioni reciproche, accennate, si scorge evidentemente essere estraneo alle suddette quistioni l'elemento A, ed è perciò che gli elementi fra cogniti ed incogniti sono i cinque

$$a,\ b,\ c,\ B,\ C$$

e per conseguenza pel 1° problema e cioè: « Date le coordinate equatoriali, AR e D, insieme all'obliquità dell'eclittica ω, determinare le coordinate, L ed l, dell'eclittica », si dovrà analizzare la relazione che passa fra le tre quantità date ed una sola delle incognite, il perchè trattandosi di questione di trigonometria sferica ossia di un solo triangolo sferico, si sa, che dati tre dei sei elementi di questo qualsiasi triangolo, si fanno manifesti gli altri tre ad uno ad uno, accoppiati ciascuno coi tre dati.

Si voglia p. e. determinare prima la latitudine l con i dati AR, D ed ω, ed è chiaro trattarsi di una quistione fra i quattro elementi del triangolo sferico fondamentale

$$C,\ b,\ a,\ c$$

come si fa manifesto dalle superiori equazioni

$$C = 90^\circ + AR; \quad b = 90^\circ - D; \quad a = \omega; \quad c = 90^\circ - l$$

il perché le quantità

$$AR,\ D,\ \omega,\ l$$

della quistione sono funzioni esplicite degli elementi suddetti, ordinatamente

$$C,\ b,\ a,\ c.$$

Adunque si conclude trattarsi di una quistione fra i tre lati e l'angolo C del triangolo sferico fondamentale ABC.

Ora della trigonometria sferica si sa che il coseno del lato, opposto all'unico angolo che entra nella quistione, è eguale al prodotto dei coseni degli altri due lati, più il prodotto dei seni di questi stessi due lati, nel coseno dell'angolo suddetto, e perciò nel nostro caso si ha

$$\cos c = \cos a \cos b + \operatorname{sen} a \operatorname{sen} b \cos C.$$

Sostituendo agli elementi a, b, c, C i loro valori, dati dalle superiori equazioni

$$a = \omega, \quad b = 90° - D, \quad c = 90° - l, \quad C = 90° + AR$$

si trae la

$$(1) \ldots \quad \operatorname{sen} l = \cos \omega \operatorname{sen} D - \operatorname{sen} \omega \cos D \operatorname{sen} AR.$$

Siccome l è la incognita, e tutti gli altri elementi sono i dati od i cogniti, così pare essere intanto risoluto pienamente, quanto alla latitudine, il problema.

Se non che è evidente che ad *individuare* un arco di circolo per mezzo delle sue linee trigonometriche si richiedono *in generale* tre elementi di due di queste linee (la quantità di una ed i segni di tutti e due); e dico *in generale*, il perché talvolta fra le circostanze del problema esiste indirettamente qualche circostanza, per la quale basta la cognizione completa di una sola linea trigonometrica del cercato arco.

Così nel caso della latitudine l, sapendosi che essa si conta dallo zero a $\pm 90°$, è manifesto che basta la cognizione dei due elementi del $\operatorname{sen} l$, come viene data dalla (1).

Tralasciando per ora la riduzione di questa (1) al calcolo della medesima, *direttamente* logaritmico, o il calcolo logaritmico *indiretto*, dei quali in appresso, passiamo piuttosto alla seconda parte della quistione, ossia alla determinazione della longitudine L, date le indicate sup.[e] ω, AR, D.

In questo caso si dovranno notare le relazioni fra le quantità (ω, AR,

D, date e L, incognita) e gli elementi corrispondenti del triangolo sferico fondamentale, le quali relazioni sono evidentemente le

$$a = \omega, \ C = 90° + AR, \ b = 90° - D, \ B = 90° - L$$

dalle quali si vede trattarsi della relazione fra i quattro elementi consecutivi, a, b, C, B, dello stesso triangolo sferico fondamentale ABC.

Dalla trigonometria sferica si sa che nel caso di quattro elementi consecutivi di un triangolo sferico

« La cotangente del lato, opposto al corrispondente angolo, moltiplicato pel seno dell'altro lato, é eguale al coseno di questo stesso lato, moltiplicato pel coseno dell'angolo, compreso dai due lati, più il seno di questo angolo nella cotangente dell'angolo opposto al primo lato. »

Si ha adunque

$$\text{cotang}\, b \text{ sen}\, a = \cos a \cos C + \text{sen}\, C \text{ cotang}\, B$$

e sostituendo i valori di a, b, C, B, in funzione delle quantità corrispondenti ω, D, AR, L, si deduce

$$- \text{tang}\, D \text{ sen}\, \omega = \cos \omega \text{ sen}\, AR - \cos AR \text{ tang}\, L$$

e perciò la incognita L viene *data* dalla

$$(2) \ldots \quad \text{tang}\, L = \frac{\cos \omega \text{ sen}\, AR + \text{tang}\, D \text{ sen}\, \omega}{\cos AR}.$$

Ho detto *data* mentre era meglio dire che intanto con la (2) si ottengono i due elementi della linea trigonometrica tang L, il perchè in questo caso, in cui la longitudine L si conta dallo zero (primo punto d'Ariete) a 360°, non basta la cognizione dei due elementi (quantità e qualità) della linea sudd.ª tang L, ma è necessaria la cognizione almeno della qualità di un'altra linea trigonometrica della medesima quantità incognita L.

Senza discendere alla considerazione di altri triangoli, come alcuni astronomi fanno (Delambre, Santini *fra gli antichi;* Brünow, Gruey *fra i moderni*), e senza dire *erroneamente* col Santini (*Elementi di Astronomia* - Santini, *Padova 1819. Tomo I. pag. 54, linea 8ª-10ª*), che *si può* aggiungere la relazione, di cui in appresso

$$(3) \ldots \quad \cos L \cos l = \cos AR \cos D$$

il perché era a dirsi *è necessario*, a me sembra razionale che la necessaria seconda relazione, che leghi L con gli altri elementi, i tre dati ω, AR, D, ed il già determinato l con la (1), sia da cercarsi fra quelle relazioni, che si possano ottenere con gli elementi suddetti L, ω, AR, D, l, tralasciando senza dubbio quella relazione, or ora adoperata senza l.

È evidente che, dovendo tralasciare la adoperata relazione senza l, e d'altronde dovendo esistere la L nella seconda cercata relazione, si può fare uso di una qualunque delle seguenti relazioni *possibili*

1ª . . . . fra L, l, ω, AR . . . . senza D;

2ª . . . . fra L, l, ω, D . . . . senza AR;

3ª . . . . fra L, l, AR, D . . . . senza ω,

alle quali corrispondono le relazioni

1ª . . . . fra B, c, a, C . . . . quattro elementi consecutivi;

2ª . . . . fra B, c, a, b . . . . tre lati ed un angolo;

3ª . . . . fra B, c, C, b . . . . l'analogia dei quattro seni.

Ora è manifesta che l'ultima è la migliore pel calcolo logaritmico trigonometrico, anche senza tradurre le superiori indicate relazioni nelle forme tipiche

1ª . . . . $\cot c \operatorname{sen} a = \cos a \cos B + \operatorname{sen} B \cot C$;

2ª . . . . $\cos b = \cos a \cos c + \operatorname{sen} a \operatorname{sen} c \cos B$,

3ª . . . . $\operatorname{sen} b : \operatorname{sen} c :: \operatorname{sen} B : \operatorname{sen} C$,

ossia nelle formole trigonometriche sferiche celesti

1ª . . . . $\operatorname{tang} l \operatorname{sen} \omega = \cos \omega \operatorname{sen} L - \cos L \operatorname{tang} AR$

2ª . . . . $\operatorname{sen} D = \cos \omega \operatorname{sen} l - \operatorname{sen} \omega \cos l \operatorname{sen} L$

3ª . . . . $\cos L \cos l = \cos AR \cos D$, come la (3),

essendo questa ultima da ridursi alla

$$\cos L = \frac{\cos AR \cos D}{\cos l}$$

binomiale è perciò calcolabile con calcolo logaritmico trigonometrico diretto

$$\log\cos L = \log\cos AR + \log\cos D + \text{comp}\log\cos l\,.$$

E qui si può facilmente vedere come questa

$$\cos L \cos l = \cos AR \cos D$$

non solo è deducibile dai 4 elementi di analogia dei 4 seni, ma ciascun membro può raffigurare il coseno dell'ipotenusa di un triangolo sferico rettangolo, sapendosi che il coseno dell'ipotenusa è uguale al prodotto dei coseni dei cateti di un qualsiasi triangolo sferico rettangolo. E siccome in questo i cateti pel 1° triangolo sono rispettivamente.

$$L = pF = 90^\circ - B\,; \qquad l = FA = 90^\circ - c$$

e siccome L ed l sono realmente i cateti del triangolo sferico rettangolo ApF, e pel 2° triangolo sferico rettangolo sono i cateti

$$AR = pG = C - 90^\circ\,, \quad \text{e} \quad D = AG = 90^\circ - b$$

cateti veramente appartenenti al triangolo sferico rettangolo ApG, così si ha evidentemente, considerando l'arco Ap appartenente ad un circolo massimo della sfera celeste,

$$\cos Ap = \cos pF \cos AF$$

$$\cos Ap = \cos AG \cos pG$$

dalle quali si ha

$$\cos L \cos l = \cos AR \cos D \; \ldots\,.$$

come la (3), senza più esercitarci sulle altre formole.

Passiamo piuttosto a trattare della riduzione delle soluzioni or ora trovate conforme i metodi moderni con alcune nostre modificazioni e cioè delle

$$(1) \;\ldots\; \operatorname{sen} l = \cos\omega \operatorname{sen} D - \operatorname{sen}\omega \cos D \operatorname{sen} AR$$

$$(2) \;\ldots\; \cos AR \cos D \operatorname{tang} L = \cos\omega \cos D \operatorname{sen} AR + \operatorname{sen} D \operatorname{sen}\omega$$

$$(3) \;\ldots\; \cos l \cos L = \cos AR \cos D$$

avendo nella (2) superiormente trovato sostituito alla $\operatorname{tang} D$ il suo valore in seno e coseno.

Io ho detto od almeno ho accennato sussistere tanto il metodo *diretto logaritmico trigonometrico* quanto il metodo *indiretto logaritmico*, il perchè tutte le formole di trigonometria sferica celeste si possono calcolare coi logaritmi *senza riduzione* e si possono calcolare con angoli ausiliari. Questo ultimo modo si appella *diretto* rispetto alle tavole logaritmiche, riducendo il calcolo logaritmico ad un'unica operazione cioè ad una addizione (aritmetica), mentre all'altro modo, in cui si calcolano a parte i diversi termini coi logaritmi *indirettamente*, si può dare il nome di calcolo logaritmico trigonometrico *indiretto*, anche per distinguerlo dal *diretto*.

Trattiamo in primo luogo secondo il metodo indiretto p. e. la (1)

$$\operatorname{sen} l = \cos \omega \operatorname{sen} D - \operatorname{sen} \omega \cos D \operatorname{sen} AR$$

tenendo per dati ω, D, AR, e per incognita la l.

Si calcoli a parte ogni termine del 2° membro coi logaritmi, ottenendosi

$$\log[\cos \omega \operatorname{sen} D] = \log \cos \omega + \log \operatorname{sen} D = \alpha$$

essendo α un numero cognito, per le tavole logaritmiche trigonometriche e così si avrà

$$\log[\operatorname{sen} \omega \cos D \operatorname{sen} AR] = \alpha_1 ,$$

e perciò passando dai logaritmi α ed α_1 ai numeri si avrà

$$\cos \omega \operatorname{sen} D = \beta ; \quad \operatorname{sen} \omega \cos D \operatorname{sen} AR = \beta_1$$

dove β e β_1 sempre dalle tavole logaritmiche dei numeri sono quantità numeriche note e per conseguenza dalla (1) si ha $\operatorname{sen} l = \beta - \beta_1 = \gamma$, ove γ è un numero pure noto, laonde si ha $\log \operatorname{sen} l = \log \gamma = \delta$, sempre δ noto, e finalmente passando dal logaritmo δ al valore della l, questa l si otterrà in gradi per mezzo delle tavole logaritmiche trigonometriche.

Esempio numerico.

Siano date le

$$\omega = 23^0.27'.40'' ; \quad D = 48^0.36'.20'' ; \quad AR = 80^0.35'.30''$$

si ha

$$\log[\cos \omega \operatorname{sen} D] = \log \cos(23^0.27'.40'') + \log \operatorname{sen}(48^0.36'.20'')$$

$$\log[\cos \omega \operatorname{sen} D] = 9{,}9625258 + 9{,}8751627 , \quad \text{Tavole Taylor}$$

$$\log[\cos \omega \operatorname{sen} D] = 9{,}8376885 ,$$

e passando dal log. al valore di $\cos\omega \operatorname{sen} D$ si trova dalle tav. log dei numeri

$$\cos\omega \operatorname{sen} D = 0,6881585$$

similmente si ha

$$\log \operatorname{sen}\omega = 9,6000211$$

$$\log \cos D = 9,8203585$$

$$\log \operatorname{sen} AR = 9,9941184$$

$$\log[\operatorname{sen}\omega \cos D \operatorname{sen} AR] = 9,4144980 \,; \qquad \operatorname{sen}\omega \cos D \operatorname{sen} AR = 0,259716$$

$$\operatorname{sen} l = 0,6881585 - 0,2597156 = 0,4284429$$

$$(F) \ldots \qquad \log \operatorname{sen} l = 9,6318929 \,; \quad l = 25^0 . 22' . 7'' . 5 \,.$$

Con questo processo teorico-pratico ognuno può fare da sé qualsiasi altra soluzione numerica, processo tenuto ancora da altri astronomi, francesi, inglesi, tedeschi. (Vedi *la Connaissance des Temps; l'Almanac Nautical, Berliner Astronomisches Jahrbuch*).

Calcolo logaritmico diretto.

Invece dell'uso degli antichi poco *mnemonico* (Vedi Conti, Calandrelli, Santini) noi ci atterremo con qualche modificazione nostra al metodo dei moderni (Brünow, Chauvenet, Faye, Gruey).

Consideriamo le soluzioni (1), (2), tralasciando la (3) già atta al calcolo diretto medesimo e cioè le

$$(1) \qquad \operatorname{sen} l = \cos\omega \operatorname{sen} D - \operatorname{sen}\omega \cos D \operatorname{sen} AR$$

$$(2) \qquad \cos AR \cos D \operatorname{tang} L = \cos\omega \cos D \operatorname{sen} AR + \operatorname{sen} D \operatorname{sen}\omega$$

ove la (2) è alquanto differente da quella, data dai moderni, il perchè essi, facendo uso della trasformazione delle coordinate rettilinee nelle polari, giungono ad altre formole, le quali modificate con la (3) risultano pari alle superiori, se non che questa trasformazione è alquanto complessa.

Il ragionamento, non espresso dai moderni che nelle esposizioni si ottengono in generale alle sintesi, perchè più brevi, sembra essere stato il seguente. Siccome tutte queste soluzioni di trigonometria sferica per così dire celeste, ossia applicata alla posizione degli astri si compongono di due termini noti, i quali contengono seni e coseni, e siccome la somma o la differenza di due prodotti, composti di due fattori, seni, e coseni e degli stessi due angoli, si riduce sempre al seno od al coseno della somma o della differenza di questi due angoli, così tenendo fermi il seno ed il

coseno dello stesso angolo, che si trovano sempre nelle soluzioni suddette, si possono facilmente le altre quantità, moltiplicate per questi, seno e coseno, ridurre con due posizioni ausiliari alla somma od alla differenza, di cui sopra.

Così osservando nella (1) che esiste tanto il seno che il coseno dello stesso angolo ω, e dello stesso angolo D, così si hanno due maniere di trasformazione col supporre

$$(A_1) \quad \ldots \quad x \operatorname{sen} y = \operatorname{sen} D\,, \quad x \cos y = \cos D \operatorname{sen} AR$$

oppure

$$(A_2) \quad \ldots \quad x \operatorname{sen} y = \cos \omega\,; \quad x \cos y = \operatorname{sen} \omega \operatorname{sen} AR$$

con ciascuna delle quali (A_1), (A_2) necessariamente il 2° membro della (1) si riduce ad un monomio, atto al calcolo diretto logaritmico-trigonometrico.

Infatti per la (A_1) si ha dapprima

$$(A_3) \quad \ldots \quad \operatorname{tang} y = \frac{\operatorname{tang} D}{\operatorname{sen} AR}$$

e quindi la (1) diventa

$$(A_4) \quad \ldots \quad \operatorname{sen} l = \frac{\operatorname{sen} D}{\operatorname{sen} y}(\cos \omega \operatorname{sen} y - \operatorname{sen} \omega \cos y) = \frac{\operatorname{sen} D \operatorname{sen}(y - \omega)}{\operatorname{sen} y}$$

mentre con la (A_2) si ha

$$(A_5) \quad \operatorname{tang} y = \frac{\operatorname{tang} \omega}{\operatorname{sen} AR}\,; \qquad (A_6) \quad -\operatorname{sen} l = \frac{\cos \omega}{\operatorname{sen} y} \cos(y + \omega) = \operatorname{sen}(180^0 - l).$$

Per la (A_3) ed (A_4) si ha prima y, quindi l, e così per (A_5) e (A_6).

Prima di fare il caso pratico da paragonarsi al primo già eseguito, analizziamo la (2) la quale contiene tanto il seno ed il coseno dell'angolo ω, quanto quelli dell'angolo D e perciò qui pure potremo adoperare due maniere di posizioni e cioè

$$(B_1) \quad \ldots \quad x \operatorname{sen} y = \cos D \operatorname{sen} AR\,, \quad x \cos y = \operatorname{sen} D$$

$$(B_2) \quad \ldots \quad x \operatorname{sen} y = \cos \omega \operatorname{sen} AR\,, \quad x \cos y = \operatorname{sen} \omega\,.$$

Quanto alla (B_1) si ha analogamente alle superiori

$$(B_3) \ldots \qquad \tang y = \frac{\operatorname{sen} AR}{\tang D}$$

e

$$(B_4) \ldots \qquad \tang L = \frac{\operatorname{sen} D}{\cos y} \frac{\operatorname{sen}(y + \omega)}{\cos AR \cos D} = \frac{\tang D \operatorname{sen}(y + \omega)}{\cos y \cos AR}$$

e per la (B_2) si ha

$$(B_5) \ldots \qquad \tang y = \frac{\operatorname{sen} AR}{\tang \omega}$$

e

$$(B_6) \ldots \qquad \tang L = \frac{\operatorname{sen} \omega}{\cos y} \frac{\operatorname{sen}(y + D)}{\cos AR \cos D}.$$

Scolio.

Finalmente possiamo notare che per semplicità e per brevità si può per tutte e due le (1) e (2) adoperare il solo angolo ausiliare y per mezzo delle identiche (A_1) e (B_1), o veramente della sola (A_1).... $x \operatorname{sen} y = \operatorname{sen} D$; $x \cos y = \cos D \operatorname{seb} AR$ con la quale si ha

per la (1) le
$$\begin{cases} \tang y = \dfrac{\tang D}{\operatorname{sen} AR} \\[2ex] \operatorname{sen} l = \dfrac{\operatorname{sen} D \operatorname{sen}(y - \omega)}{\operatorname{sen} y} \end{cases}$$

e per la (2) le
$$\begin{cases} \tang y = \dfrac{\tang D}{\operatorname{sen} AR} \\[2ex] \tang L = \dfrac{\tang D \cos(y - \omega)}{\cos AR \operatorname{sen} y} \end{cases},$$

notando bene che quest'ultima è differente di forma dalla superiore.

Tutto questo basta per chi voglia poi trattare le altre consimili quistioni di trasformazione di coordinate sferiche degli astri, tanto fra quelle dell'Equatore e dell'Eclittica quanto fra quelle dell'Orizzonte e dell'Equatore, chè sono le principali in Astronomia.

Veniamo al caso numerico, trattato superiormente col metodo indiretto

logaritmico *misto* e cioè parte coi logaritmi dei numeri e parte coi logaritmi delle linee trigonometriche, e vedremo che col metodo diretto (logaritmico-trigonometrico) senza dubbio si giunge al medesimo risultamento con poca differenza, essendo sempre questi risultamenti più o meno approssimativi.

Si supponga adunque per la (1) e cioè per la

$$\operatorname{sen} l = \cos\omega \operatorname{sen} D - \operatorname{sen}\omega \cos D \operatorname{sen} AR$$

$$\omega = 23^0.27'.40'' ; \quad D = 48^0.36'.20'' ; \quad AR = 80^0.35'.30''$$

e dalla formola dello scolio e cioè dalla

$$\operatorname{tang} y = \frac{\operatorname{tang} D}{\operatorname{sen} AR}$$

si ha

$$\log \operatorname{tang} D \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad = 10{,}0548042$$

$$\log \operatorname{sen} AR = 9{,}9941184 ; \quad \text{Comp} \log \operatorname{sen} AR = \quad 0{,}0058816$$

$$\log \operatorname{tang} y = \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad = 10{,}0606858$$

$$y = 48^0.59'.24'',4 ; \quad y - \omega = 25^0.31'.44'',4$$

e poscia si ha per la formola dello scolio e cioè per la

$$\operatorname{sen} l = \frac{\operatorname{sen} D \operatorname{sen}(y - \omega)}{\operatorname{sen} y}$$

$$\log \operatorname{sen} D \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad = 9{,}8751627$$

$$\log \operatorname{sen}(y - \omega) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad = 9{,}6344449$$

$$\log \operatorname{sen} y = 9{,}8777148 ; \quad \text{Comp} \log \operatorname{sen} y = 0{,}1222852$$

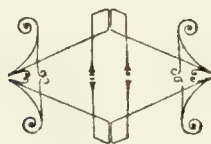
$$(F_1) \ldots \quad \log \operatorname{sen} l = 9{,}6318928 ; \quad l = 25^0.22'.7'',5 .$$

Dal paragone delle formole (F) ed (F_1) si vede che il risultamento dell'una non differisce dal risultamento dell' altra che di un infinitesimo, mentre poi l'arco l si può tenere risultato identico affatto. Ed anzi così l'un metodo può servire di prova per l'esattezza dei calcoli, allorchè specialmente si opera da solo.

Finalmente, come dicemmo, accenniamo ai metodi dei moderni (spe-

cialmente del metodo seguito dal Brünow del 1869 e tenuto ancora dal Gruey del 1885).

Questi astronomi ed insegnanti, l'uno in Germania e l'altro in Francia per rendersi singolari nel preliminari delle loro opere espongono il noto sistema di trasformazione dei tre assi rettangolari, a cui si puó riferire un punto qualunque dello spazio, nel sistema delle coordinate polari sferiche celesti, le cui intersezioni sulla sfera celeste, costituiscono un triangolo sferico.

Con questo metodo stabiliscono le formole fondamentali, dalle quali, applicate ai diversi casi di trasformazione delle coordinate celesti, orizzontali, equatoriali, eclittiche, si ottengono con poca differenza di forma le ricavate nostre relazioni, dedotte senza cotanto metodo e processo complicato dei moderni, poco favorevole alla memoria, ma con un processo secondo il nostro parere piano, semplice e da ritenersi facilmente a memoria.

TERZO CONTRIBUTO

ALLA CONOSCENZA

DELLA MICROFAUNA TERZIARIA ITALIANA

MEMORIA

DEL

CAV. DOTT. CARLO FORNASINI

(Letta nella Sessione del 10 Aprile 1892).

(CON UNA TAVOLA)

In continuazione delle mie ricerche d'indole morfologica intorno alle grandi nodosarine plioceniche, tra le quali ebbi a scegliere a soggetto del precedente contributo un gruppo di forme appartenenti al tipo *Frondicularia* (1), credo ora opportuno di presentare il risultato di alcune osservazioni sopra un altro gruppo non meno importante, osservazioni che sempre sono intese a dimostrare quanto siano variabili quei caratteri che si propose di riguardare come distintivi, e quindi quanto siano incerti i limiti tra molti pretesi generi e molte pretese specie nell'ordine dei rizopodi reticolari. Questo gruppo di nodosarine, che appartengono più precisamente al tipo *Nodosaria* e che distinguo col nome di « nodosarie curve a superficie costata » benché si trovi rappresentato in modo notevole nelle varie formazioni geologiche dal lias in poi e anche nell'epoca attuale, pure, alla guisa di altri gruppi congeneri, appare massimamente sviluppato, sopratutto per le dimensioni degli esemplari, nei depositi di mare poco profondo del miocene medio e del pliocene inferiore.

Per ciò che riguarda la denominazione di « nodosarie curve » devo anzitutto dichiarare che io l'adopero unicamente a scopo di pratica utilità e in significato per così dire descrittivo, e la intendo affatto priva di qualsiasi valore classificativo, generico o sottogenerico; giacché in caso con-

---

(1) *Mem. Acc. Sc. Ist. Bologna.* Serie 5ª, vol. 1°, pag. 477.

trario non avrei esitato ad adottare il termine *Dentalina,* già proposto da d' Orbigny per distinguere le nodosarie ad asse curvo. Ma troppo ovvie, e del resto troppo note sono le ragioni per le quali il termine *Dentalina* non può essere conservato che artificialmente, perchè io possa qui ricordarle senza far cosa superflua (1); e d' altronde ognuno può scorgere, se non una prova diretta, un indizio non trascurabile della incertezza dei limiti da assegnarsi al termine medesimo, in quella specie di oscillazione che si manifesta nei vari autori, e talvolta in uno stesso autore, allorchè trattasi di impiegarlo con esattezza. Ecco alcuni esempi in appoggio.

D' Orbigny nel 1826, nel suo quadro metodico dei cefalopodi, propone il termine *Dentalina* assegnandogli valore sottogenerico; ed eguale valore gli conserva tredici anni più tardi nel suo lavoro sui foraminiferi di Cuba. Nel 1846 invece, nella monografia dei foraminiferi del bacino di Vienna, le *Dentalina* sono considerate dall' autore come un genere a sè, ben distinto dalle *Nodosaria* e dalle *Glandulina.*

Reuss nel 1845, nella sua descrizione dei fossili cretacei di Boemia, esclude dalla denominazione binominale il termine *Dentalina.* In lavori posteriori, e tra gli altri in quello sui foraminiferi cretacei di Vestfalia pubblicato nel 1860, il termine medesimo sostituisce senz' altro quello di *Nodosaria*; ma di nuovo sei anni dopo, nella monografia della microfauna delle argille a septarie di Germania, il termine *Nodosaria* ricompare nel testo in luogo di quello di *Dentalina,* mentre nella spiegazione delle tavole del lavoro stesso l' autore fa uso di una denominazione trinominale, facendo seguire al termine *Nodosaria* quello di *Dentalina* tra parentesi, e a questo il nome specifico. Ed è singolare che, mentre gli autori tedeschi, che in generale prediligono tanto la distinzione delle forme, non sono alieni dall' escludere il termine *Dentalina* (2), gli autori inglesi al contrario, sebbene amanti in sommo grado della riunione delle forme, preferiscono di conservare il termine in discorso nelle denominazioni binominali: così fanno T. R. Jones, W. K. Parker e H. B. Brady nella monografia dei foraminiferi del crag (1866). Ma nella classificazione proposta dallo stesso Brady nella sua grande opera sui foraminiferi raccolti dal « Challenger »

(1) O. G. Costa, nella « Paleontologia del Regno di Napoli » trovando giustamente innaturale la separazione delle dentaline dalle nodosarie in base al criterio della forma curva e della forma diritta, che possono entrambi essere proprie di una stessa specie, propone di conservare i detti due gruppi ponendo come carattere distintivo tra essi la obliquità, o non, delle suture rispetto all' asse della conchiglia. Evidentemente questo criterio è anche più insussistente del primo, perchè si hanno ad un tempo suture oblique e suture rette non solo in una stessa specie, ma anche in uno stesso individuo.

(2) Anche il Karrer, nella sua memoria sui foraminiferi miocenici di Kostej (1868), esclude il termine *Dentalina.*

(1884) non figura per nulla il termine *Dentalina*, e solamente trattando delle singole specie, nella denominazione di quelle nodosarie che abitualmente si presentano con asse curvo, l'autore alla parola *Nodosaria* fa seguire tra parentesi la lettera *D.*, e a questa il nome specifico. Nella spiegazione delle tavole dell' opera citata il Brady peraltro tralascia anche la lettera (*D.*) (1).

Per concludere, la separazione delle dentaline dalle nodosarie ha press' a poco lo stesso significato e lo stesso fine di utilità pratica di quella che per le nodosarie fu già proposta da d'Orbigny e adottata poscia e completata dal Silvestri, in relazione agli ornamenti che si osservano alla superficie della conchiglia. Il Silvestri, sotto questo aspetto, divide le nodosarie (e tale divisione va naturalmente estesa anche alle dentaline) in tre sezioni: 1° a superficie longitudinalmente costata; 2° a superficie ispida; 3° a superficie liscia. Che fra questi tre tipi non esistano limiti precisi, si può facilmente desumere dall'osservazione di alcune forme rappresentate dall' autore medesimo nella sua monografia delle nodosarie plioceniche italiane, quali sono quelle illustrate col nome di *Nodosaria longicauda* d'Orbigny (*N. scalaris* Batsch sp.) var. *imperfecte-costata* (tav. 6ª, fig. 136, 137), e meglio ancora quelle figurate col nome di *N. monilis* var. *laevigata* (tav. 8ª, fig. 184-190): nelle prime abbiamo una varietà intermedia fra il tipo liscio e il tipo costato; nelle seconde, una varietà intermedia fra il tipo ispido e il tipo liscio; mentre uno splendido esempio di forma intermedia fra il tipo ispido e il tipo costato ci è offerta da quella che il Brady illustrò, nell'opera sua già citata, col nome di *N. hispida* var. *sublineata*. Ma troppo lungo sarebbe l'enumerare tutte le forme in cui si riscontra appena qualche traccia di ornamento.

Una separazione di valore eguale a quelle che si fanno tra le nodosarie diritte e le curve, tra le forme ornate e le liscie, può farsi anche nelle nodosarie longitudinalmente costate tra le forme in cui le coste sono parallele all' asse della conchiglia e quelle in cui le coste hanno direzione obliqua all' asse medesimo; ed è in base a questo concetto che le nodosarie costate possono venir divise in due gruppi, ciascuno dei quali è rappresentato da una specie, che nel primo caso sarebbe la *N. obliqua* Linné sp. e nell'altro la *N. obliquata* Batsch sp. Di quest' ultima ho avuto occasione di trattare due anni sono, dovendo studiarne numerosi

---

(1) Egli vi mantiene invece il termine *Glandulina*, tra parentesi, per le *Nodosaria* assai brevi e a segmenti ravvicinati, mentre nella classificazione proposta in principio dell'opera non figura il termine *Dentalina* nè il termine *Glandulina*. Si direbbe che l' autore accorda al primo un grado minore d' importanza che al secondo.

esemplari fossili del miocene bolognese (1); e della specie linneana mi propongo appunto di trattare nella presente memoria, valendomi del materiale raccolto negli strati pliocenici parimente del Bolognese.

La *Nodosaria obliqua* è tale specie, o varietà che dir si voglia, alla quale può essere attribuita maggiore e minore estensione a seconda delle diverse tendenze degli autori. È indubitato che se per buona ventura si fosse conservato nella collezione Gualtieri l'esemplare figurato nell' « Index » sul quale Linneo fondò il *Nautilus obliquus*, il concetto di questa specie sarebbe meglio determinato e il valore della denominazione più preciso. Ma poichè v' è poca speranza che i resti di foraminiferi di detta collezione possano rinvenirsi da qualche parte, così non rimane che attenersi ai soli documenti che stanno a rappresentarci il concetto linneano. Ora, dalla figura di Gualtieri e dalle poche parole di Linneo si rileva chiaramente che si tratta di una nodosaria ad asse curvo e costata, e nella quale le coste non percorrono la superficie della conchiglia parallelamente all' asse, ma bensì obliquamente ad esso: *testa recto-subarcuata, articulis oblique striatis* (2).

Se si considerano i caratteri principali delle forme che furono distinte col nome di *N. obliqua* Linné sp., si vedrà facilmente che la direzione delle coste parallela all' asse è, può dirsi, costante in esse, dimodochè T. R. Jones, W. K. Parker e H. B. Brady, nella citata monografia dei foraminiferi del crag, non esitarono a riguardare questa specie o varietà come forma curva della *Nodosaria raphanistrum*. Può da taluno, molto propenso alla creazione di nuove specie, ritenersi che i detti autori abbiano assegnata alla *N. obliqua* una estensione troppo grande; ma è parimente fuori di dubbio che va riguardata, come essi giustamente asserirono, quale forma curva della *N. raphanistrum*. Le figure 1, 2 e 3 della qui unita tavola basterebbero da sole a persuadere chiunque della verità di quell' apprezzamento. Nè vale, a mio avviso, l' obbiezione che può venir sollevata in proposito, e che di fatto fu già sollevata dal Michelotti: essere cioè l' obliquità delle coste carattere distintivo della specie linneana, e doversi perciò escludere da essa le forme a coste parallele all' asse. Che se Linneo stabilì per il *Nautilus obliquus* il carattere dell' obliquità delle coste avendo egli fissata la sua attenzione sopra una forma dotata di tale carattere, ciò non impedisce che si possa riguardare la forma stessa come una modificazione affatto eccezionale delle forme a coste diritte, alle quali si può estendere senza inconve-

---

(1) Boll. Soc. Geol. Ital., vol. 9°, p. 345.

(2) E Gualtieri scrive: *orthoceras . . . . striatum striis minimis undatis.*

nienti la denominazione specifica da lui proposta. A questa conclusione siamo anzi condotti dal fatto che la *N. raphanistrum* si presenta talvolta con coste oblique, come hanno dimostrato Soldani nel « Saggio Orittografico « e il Silvestri nella citata monografia; e ammettendo che, come fu detto, la *N. obliqua* debba considerarsi come forma curva della *raphanistrum,* la varietà illustrata da Gualtieri sarebbe per conseguenza da riguardarsi come forma curva della *N. raphanistrum* var. *obliquecostata* di Silvestri. Nè può sorgere il minimo dubbio che quest' ultima si abbia a confondere colla *N. obliquata* di Batsch, che ha per carattere distintivo l' obliquità delle coste, giacchè, anche non volendo tener conto della differenza notevole delle dimensioni, nella prima le coste sono assai grosse e prominenti, nella seconda sottili e numerose. E così è, che quella forma che O. G. Costa nella « Paleontologia del Regno di Napoli » descrisse e figurò come *Dentalina strigosa* fu a torto da esso riferita al *Nautilus obliquus* di Linneo, asserendo l' autore medesimo che essa si presenta ornata di finissime strie: *oblique striata, striis subtilissimis.* Al contrario, sebbene fornita di coste diritte, è da riguardarsi come *N. obliqua* la forma ad asse curvo di cui Costa dà la figura nella tavola 12ª (fig. 1ª) dell' opera citata, riunendola, sotto il nome di *N. grossecostata,* ad altre nodosarie ad asse retto riferibili alla *raphanistrum.* L' autore infatti cita a sinonimi della sua *grossecostata* le figure M, N, O, P, Q (tav. 5ª) del « Saggio » di Soldani, figure che appunto rappresentano in parte (M, N, O, Q) la *N. raphanistrum,* e in parte (P) la *N. obliqua.* Per le stesse ragioni è inseparabile dalla specie linneana la forma che il Michelotti descrisse e figurò nel « Saggio storico dei rizopodi caratteristici dei terreni sopracretacei » col nome di *N. elegans* Münster, nonchè la *N. siphunculoides* che il Costa illustrò nella sua memoria sui foraminiferi delle marne terziarie di Messina.

Dissi che, secondo taluni, gli autori inglesi assegnarono una troppo grande estensione alla *N. obliqua:* essi vi conpresero infatti tutte le dentaline a segmenti numerosi, subcilindrici o mediocremente ventricosi, a superficie ornata di coste parallele all' asse della conchiglia e variabili in numero e grossezza nei vari esemplari. Ed è in base a questo concetto che nella lista di sinonimi, che della specie in discorso essi danno nella citata monografia, troviamo l' una dopo l' altra la *Dentalina sulcata* e la *D. multicostata,* due forme della creta bianca figurate da d' Orbigny, le quali qualcuno forse preferirebbe di vedere distinte. Più tardi il Van den Broeck, benchè seguace del metodo di determinazione usato dagli inglesi, nel suo studio sui foraminiferi di Barbados, non esitò a distinguere dal tipo della *N. obliqua* la varietà *sulcata* di Nilsson, alla quale riferì particolarmente le forme gracili e provviste di poche coste robuste. Ma di questa distinzione proposta dal Van den Broeck tratterò più avanti.

Gli esemplari raccolti dal « Challenger » e riferiti dal Brady alla *N. obliqua* differiscono alquanto da quelli che ordinariamente si raccolgono negli strati subappenninici, e la differenza consiste non solo nelle maggiori dimensioni che spesso sono raggiunte da questi ultimi, ma anche nel maggiore sviluppo delle coste, le quali, sebbene meno numerose, si presentano in essi molto più grosse e prominenti. Dall' esame dei tre primi esemplari, che si vedono raffigurati nella nostra tavola, si rilevano facilmente tre cose: 1° che i rapporti di affinità colla *N. raphanistrum* sono strettissimi; 2° che, come in essa, il numero delle coste è variabile; 3° che, stando alla teoria del dimorfismo, vi si osserva un magnifico esempio di forma A (1).

Non reputo necessario il ricordare qui i punti principali della teoria del dimorfismo specifico nei foraminiferi, avendone trattato ripetutamente in precedenti lavori, e avendola applicata in particolare alla determinazione delle nodosarine (2). Basterà ora l' accennare che, in virtù di essa teoria, in molti casi due forme in apparenza assai diverse e riguardate come due specie distinte, devono senza alcun dubbio essere considerate invece come inseparabili specificamente, non potendosi ammettere tra loro distinzione di valore diverso da quella che si ha tra i due sessi negli animali superiori. Così avviene, per citare un esempio doppiamente interessante, della *N. raphanistrum* e della *N. conica*, due pretese specie del pliocene italiano splendidamente illustrate nella monografia del Silvestri; le quali si riconoscono, dopo accurato esame, essere due forme della stessa specie, l' una (forma A) con segmento iniziale di grandi dimensioni, l' altra (forma B) con segmento iniziale piccolissimo, seguito da altri numerosi segmenti, che crescono successivamente in grandezza sino ad acquistare la figura e le dimensioni di quelli della forma A. Pertanto, se, come fu dimostrato, la *N. obliqua* va riguardata come tipo curvo della *N. raphanistrum*, nulla di più naturale che in essa pure debba riscontrarsi il fenomeno del dimorfismo. E infatti, osservando gli esemplari rappresentati dalle nostre figure 4 e 5, senza difficoltà si scorgeranno in essi i caratteri di una forma B. Se si volesse riferirli a una specie conosciuta, si potrebbe identificarli senz' altro colla *N. Cuvieri*, fondata da d' Orbigny nel « Tableau » sopra una figura di Soldani; ma la *N. Cuvieri* non credo per l' appunto si possa considerare altrimenti che come forma B della *N. obliqua*. Potrebbe obbiettarsi a questo riguardo che tale forma B è priva, o quasi,

(1) Ho avuta occasione di trovare questa identica forma e di farne cenno, trattando brevemente di alcuni foraminiferi raccolti dal Prof. Lovisato nel miocene dei dintorni di Cagliari (Boll. Soc. Geol. Ital., 1887, p. 29).

(2) Mem. Acc. Sc. Ist. Bologna, serie 4ª, vol. 10°, p. 467, nota 2ª; serie 5ª, vol. 1°, p. 481.

di quella serie di segmenti ventricosi che è sviluppatissima nella forma A; ma l'obbiezione cade qualora si rifletta che i segmenti ventricosi sono per lo più assai scarsi anche nella forma B della *N. raphanistrum* (o *N. conica* Silv.), come si vede chiaramente nelle figure 53 a 56, 59 e 61 (tavola 3ª) del lavoro di Silvestri. In breve: la forma B della *N. obliqua* non è altro che il tipo curvo della forma B della *N. raphanistrum*, come la forma A dell' una è il tipo curvo della forma A dell' altra.

Non mi è riescito di vedere un passaggio graduato dalla forma A alla forma B della *N. obliqua*, il che del resto è perfettamente conforme alle conclusioni dello Schlumberger, cui tanto si deve in materia di dimorfismo, e al quale è sempre occorso, anche nello studio dei miliolidi, di vedere ben distinte le due forme A e B. Nel caso delle nodosarie curve a superficie costata non è difficile l' essere tratti in inganno su questo punto, ammettendo il passaggio graduato di cui sopra, inquantochè non è raro il caso di incontrare esemplari assai gracili e sottili nella loro porzione iniziale. Nelle nostre tre prime figure si può già notare in grado sensibile questa variabilità di sviluppo in grossezza della detta porzione iniziale, grossezza che può diminuire sino al punto da raggiungere il grado presentato dalla *Dentalina acuta* del bacino di Vienna, la quale ciononondimeno non è a separarsi dalla specie linneana. Ma se si esamina attentamente la figura della *D. acuta* data da d' Orbigny, non sarà difficile l' ammettere che in essa si tratta di una forma A, essendo il segmento iniziale di dimensioni relativamente grandi: *primo loculo inflato.*

Difficilissimo è stabilire un limite fra la *N. obliqua* e la varietà *sulcata* per la semplice ragione che gli autori che trattarono di questa non si trovano d' accordo sui caratteri distintivi. Prima di tutto bisogna notare che la forma illustrata da Nilsson nell' opera « Petrificata Suecana formationis cretaceae » col nome di *N. sulcata* è una nodosaria curva, tutt' altro che gracile, cogli ultimi 5 o 6 segmenti alquanto ventricosi e coperta di coste assai numerose: *extus striis acutis vel costulis longitudinalibus exarata;* e sebbene l' autore non indichi il numero delle coste, pur tuttavia, a giudicare dalla figura, non rimane dubbio alcuno sulla identità di essa cogli esemplari di *N. obliqua* raccolti dal «Challenger». Stando invece a d' Orbigny, gli esemplari della creta bianca del bacino di Parigi avrebbero per carattere principale la figura allungata e gracile: il diametro della sezione trasversale aumenterebbe assai lentamente dai primi verso gli ultimi segmenti, e le coste robuste sarebbero in numero di 10 a 13. Viceversa, gli esemplari della creta di Boemia, riferiti da Reuss alla *N. sulcata* di Nilsson, non possono, a detta dello stesso autore, venire identificati per nulla alla *Dent. sulcata* secondo d' Orbigny: essi sono ornati da coste più numerose (17 a 18) e sottili. Infine, la forma attuale di Bar-

bados figurata dal Van den Broeck, oltre la gracilità della conchiglia e la robustezza delle coste, porterebbe per carattere distintivo lo scarso numero delle medesime (8 a 10 ?). Pare quindi che secondo il Van den Broeck, il quale si é attenuto alla illustrazione di d' Orbigny, si dovessero riguardare di preferenza come *N. obliqua* tipica le forme più robuste e coperte di coste numerose, e come varietà *sulcata* le più gracili e ornate da poche coste; ma ciò sarebbe in evidente contraddizione con quello che Nilsson per primo ha stabilito. Ed anche ammessa una varietà *sulcata* secondo il concetto di d' Orbigny e Van den Broeck, quale sarebbe il numero massimo delle coste assegnatole? Dovremo noi distinguere da essa la *D. acuta* di Baden, solo perché, a detta di d' Orbigny, ne differirebbe per essere anche più gracile e provvista di aculeo posteriormente? Ne dovremo noi separare la *D. Cuvieri*, che, sempre stando a d' Orbigny, ne differirebbe per essere meno allungata e per avere le coste più acute? Silvestri ha trovato che per la *N. raphanistrum*, le coste variano da 10 a 17; e che per la *N. raphanus*, forma A (1) si ha una variabilità di numero anche maggiore, come si può vedere nelle figure 90 a 94 (tav. 4ª) della sua memoria. Anzi in quest' ultima figura si osserva chiaramente che i tre primi segmenti sono ornati di poche coste, mentre tutti i successivi sono coperti da coste numerosissime; ma il Silvestri ha creduto, e giustamente, di non dovere per questo soltanto distinguere due specie o varietà. Da ciò si comprende quanto fallace sia il criterio del maggiore o minor numero delle coste per la distinzione delle forme nel gruppo delle nodosarie in generale; e ciò spiega inoltre perché io non abbia osato di separare dalla specie linneana l' esemplare rappresentato dalla fig. 6.

Né meno variabile é altresí il grado di robustezza delle coste medesime, il che del resto é in perfetta conformità coll' ufficio al quale esse sono destinate: dimodoché non v' ha dubbio che dalle forme ornate robustamente alla guisa della *N. raphanistrum* si arriva per gradi sino alla *N. vertebralis* Batsch sp., la quale (secondo Brady che la tiene separata dalla *N. obliqua*) avrebbe per carattere distintivi appunto la tenuità delle coste e insieme lo spessore considerevole dei setti formati di sostanza trasparente. L' esemplare rappresentato dalla fig. 7 é certamente riferibile alla varietà batschiana; ne differisce soltanto per una maggiore robustezza delle coste e per una sensibile diminuzione nello spessore dei setti procedendo dai segmenti posteriori verso gli anteriori, che sono leggermente ventricosi.

Con questo contributo sono ben lontano dall' avere esaurito l' argo-

---

(1) L' autore la descrive col nome di *N. scalaris* d' Orb.

mento delle nodosarie curve costate: rimane, fra le altre cose, da trattare di un altro tipo interessante, quello della *N. nodosa*, distinto per i segmenti tutti assai ventricosi e costati. Nè dispero di poterne descrivere in seguito alcune forme, allorchè mi starà a disposizione un materiale più copioso.

Tutti gli esemplari qui figurati provengono dall' argilla grigia del Ponticello di Savena presso Bologna, eccetto quello rappresentato dalla fig. 3, che fu raccolto nell' argilla di Pradalbino, pure nel Bolognese, e mi fu gentilmente comunicato dall' amico dott. Lodovico Foresti.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

		Diam.
Fig.	1, 2, 3. — *Nodosaria obliqua* Linné sp. (forma A)	× 10
»	4, 5. — *Nodosaria obliqua* (forma B).	× 14
»	6. — *Nodosaria obliqua,* varietas ? (forma A).	× 18
»	7. — *Nodosaria obliqua,* var. *vertebralis* Batsch (forma A) .	× 18

C. Fornasini, dal vero E. Contoli, lit. Lit. G. Wenk e Figli – Bologna.

SU LA STENOSI
DEL FORAME JUGULARE
E LE SUE CONCOMITANZE

NOTA (*)

DEL PROF. LUIGI CALORI

CON UNA TAVOLA

Morgagni contraddicendo al Mangeto, il quale poneva non altro essere i seni laterali della dura madre che un biforcato prolungamento del seno longitudinale superiore, stabiliva non essere ciò regola, ma eccezione, e prolungarsi il detto seno longitudinale per solito in uno dei seni laterali, per lo più nel destro, poiché in quattordici cadaveri trovava la proposizione del Mangeto consentire col vero solo in quattro, e quanto agli altri dieci, in nove il seno longitudinale superiore continuavasi nel laterale destro, ed in uno semplicemente nel sinistro, il quale appariva un ramo del destro, ed era di questo men capace (1). Non é poi fatto cenno del forame jugulare, poiché sembra dover venire che il forame corrispondente sia più stretto, di qualità che la stenosi del forame in discorso incontrerebbe più facilmente a sinistra e men facilmente a destra, ove il seno laterale é più ampio. Io ho trovato più volte la stenosi di questo forame dall' un lato e dall' altro, ma meno frequentemente a destra, dove essendomene occorsi parecchi esemplari, fra' quali due de' più notabili ho scelto da illustrare descrivendoli e rappresentandoli, a' quali un terzo aggiugneró molto notabilissimo del lato sinistro.

Ma avanti di farmi a questa illustrazione debbo premettere che forame lacero posteriore e forame jugulare non sono per me sinonimi, adoperandosi indifferentemente dai più le due denominazioni parlando del forame dond' esce dal cranio la vena conducente fuori il sangue refluo dal cervello, cioè la vena jugulare interna o cerebrale. Imperocchè il forame lacero

(*) Letta nella Sessione del 24 Aprile 1892.
(1) Adversaria anatomica VI. Animadversio 1.

non si avvisa che nel cranio osseo, o vero spoglio interamente delle parti molli, e l'avvisi tra le due incisure jugulari che lo limitano, petrosa l'una o del margine inferior posteriore della rocca o piramide petrosa dell'osso temporale e condiloidea l'altra o del margine esterno della porzione condiloidea dell'osso occipitale (1) (Fig. 1), ed è un'unione di minori incisure, o forami di conjugazione petro-occipitali, come il forame medesimo, che li comprende; forami tutti imperfetti, aperti l'un nell'altro e indistinti, separati poi mediante processi ossei, e processi o fascetti fibrosi a mo' di piccoli legamenti, e convertiti così in forami distinti. L'incisura jugulare petrosa è divisa in due principali da una linguetta ossea, da me chiamata processo jugulare medio della detta incisura, il quale processo può essere interamente o quasi interamente fibroso; linguetta che A. Portal nota potere talvolta provenire dall'incisura jugulare della porzione condiloidea dell'osso occipitale (2); la posteriore delle quali incisure appartiene al forame jugulare, e l'anteriore ai nervi accessorio del Willis, vago, e glossofaringeo, questa nervosa, quella venosa. Mette conto notare che ha esternamente un'analoga incisura: onde la descritta può dirsi interna. L'incisura jugulare condiloidea che chiamo interna, per divisarla da altra che è esteriore, non altrimenti che la petrosa, è limitata da due processi jugulari, uno posteriore sempre ben distinto e costante, l'altro anteriore, non sempre ben sviluppato, o rappresentato da un semplice tubercoletto, è divisa essa altresì in due da un piccolo rilievo o tubercolo, che altro non è che il termine dell'orlo posteriore di una leggier doccia, sulla quale si adagia il fascetto de' filamenti radicolari del nervo vago e l'accessorio del Willis, dal quale tubercolo parte una laminetta fibrosa che va ad appiccarsi alla linguetta o processo jugulare medio della rocca o piramide petrosa, e così sono affatto separati e singolarizzati i forami nervoso e venoso, il quale ultimo, ben è chiaro, è il forame jugulare, limitato esternamente dal margine della incisura frapposta a' processi jugulari medio e posteriore della piramide, del qual processo vedi più avanti, unito esso al jugulare posteriore sopradetto della porzione condiloidea, internamente dalla porzione corrispondente della incisura jugulare interna della detta porzione, posteriormente dall'estremità anteriore della doccia della porzione sigmoidea del seno laterale, anteriormente dal margine posteriore del processo jugulare medio della rocca, e

(1) Anche queste incisure non sono veramente le definite dagli autori, ma più estese, secondo che cogli da quanto segue. E qui alcuno per avventura dirà che avrei potuto chiamarle lacere, riservando l'epiteto di jugulare alla porzione appartenente al forame di questo nome: convengo, ma ho preferito di dare all'epiteto jugulare un senso più lato di quello che moltiplicare i nomi, sempre troppi per la confusione che il loro aumento ognora ingenera.

(2) Cours d'anat. méd. Tom. prem. Paris 1803, pag. 117.

dal legamento che va dal tubercolo dell' orlo posteriore della leggier doccia sulla quale giace il fascetto de' filamenti radicolari del vago ed il nervo accessorio del Willis. Così a scanso di equivoci circoscritto il forame jugulare, discendo subito alla illustrazione dei tre casi di stenosi sopraddetti.

I due casi di stenosi destra sono tratti dal cranio, uno di un uomo quarantenne, l' altro di un giovane di circa venti anni. In entrambi i cranj la doccia del seno longitudinale superiore della dura madre si continua in quella del seno laterale sinistro, la quale è più larga, e di vantaggio nella porzione sigmoidea. Il forame jugulare corrispondente è ampio, ed ha nell' uomo quarantenne un diametro trasverso di quasi 12 millim., nel giovane di 12. Alla porzione sigmoidea nel primo ha un forame mastoideo piccolo; alla porzione sigmoidea del secondo un forame mastoideo largo. A destra non ha di seno laterale veramente che la porzione sigmoidea, la quale è costituita da una doccia molto stretta a rispetto della sinistra. Questa nell' uomo quarantenne ha una larghezza di più di 12 millim.: nel giovane di 12 $^1/_2$. A destra nel quarantenne la larghezza della doccia sigmoidea è di 8 millim. e mezzo, nel giovane di 7, ma alla metà circa della sua lunghezza è alquanto più larga, di molto poi restringendosi andando al forame jugulare. Nel quarantenne potrebbe dirsi che manca un vero emissario mastoideo, non essendovi che due esili forellini interni, uno nel labbro interno della doccia sigmoidea, l'altro nella parte superiore di essa ed un terzo pur esile esterno nella parte posteriore della apofisi mastoidea, il quale mette in un canaletto strettissimo che ha la sua foce nel forellino di quel labbro della doccia, cotal che sembrerebbe venisse qui smentito quel dettato che leggi nell' Anat. desc. di Hyrtl, che quanto più stretto è il forame jugulare, tanto più largo è il mastoideo (1). Se non che nel giovane questo forame è molto ragguardevole, Fig. 3, e di giunta ne ha un altro fuori della doccia, esso altresì ben largo, per forma che il dettato riesce qui abbondantemente mostrato conforme al vero. Importa notare, che in entrambi esiste il forame o canale condiloideo posteriore, ma è più largo nell' uomo quarantenne che nel giovane, nel quale ultimo è aperto internamente alla foce della doccia della porzione sigmoidea nel forame jugulare, laddove in quello fuori della doccia anzidetta, con la quale però comunica mediante un leggier solchetto. In luogo della doccia della porzione trasversa del seno laterale destro trovasi nell' uomo quarantenne un grosso cordone, che termina all' angolo posteriore inferiore del parietale od al principio della doccia sigmoidea, quivi stretta e puntuta: nel giovane invece quel cordone è sostituito da

(1) Lehrbuch der Anatomie des Menschen etc. Wien 1881, pag. 1064.

una cresta, che nella base misura due millim. e mezzo di larghezza, e nell' acuto offre un sottil solco venoso che termina alla detta punta o principio della doccia sigmoidea. Secondo Theile la mancanza della porzione trasversa della doccia in discorso fino allo sbocco del seno petroso superiore sarebbe stata già veduta da Lieutaud (1), ma non è detto nulla della porzione sigmoidea, nè del forame jugulare. Questo forame nell' uomo quarantenne ha il diametro trasverso di 7 millim., nel giovane di 4. In questo occorre un' anomalia dei processi jugulari del margine inferior posteriore della piramide, la quale anomalia importa divisare e descrivere. Consist' essa in un aumento dei detti processi jugulari della piramide, ed in una unione e sopraposizione di alcuni di essi. Si possono ammettere tre di tali processi, uno posteriore, l' altro medio ed il terzo anteriore, come dimostra chiaramente la Fig. 1. I due primi sono costanti, ma il terzo no, rimanendo indistinto od affatto mancando. Nella Fig. 3 sono quattro, ché ve ne ha uno soprannumerario soprapposto parte al posteriore e parte al medio uniti quasi affatto tra loro, di modo che l' incisura che forma esternamente il forame jugulare riesce quasi nulla. Il soprapposto ha l' apparenza di una squama puntuta, che sembra articolata come per sutura denticolata ai sottoposti, ed il processo jugulare medio assume per tale sutura l' aspetto di un ossetto distinto che muove dall' incisura del nervo glosso-faringeo, e va trasversalmente al processo jugulare medio medesimo. Per l' unione in fine di questo processo col posteriore si accorcia grandemente il margine esterno del forame jugulare, e tale accorciamento conviene con la molta angustia di esso in questo secondo esemplare di stenosi.

Con tutti e due i casi descritti di stenosi del forame jugulare va di conserva l' esistenza di un forame pel quale esce dal cranio la vena del seno petroso inferiore. Questo forame a sinistra non esiste. Con la quale annotazione non voglio dire che anche senza stenosi non possa esserci, ma solo che questa essendoci, cotal forame mi è fin qua sempre occorso. Si suol dire che il seno petroso inferiore mette foce o nel seno trasverso o nella vena jugulare interna. Par lecito dubitare della foce in quel seno o nel seno o golfo della vena detta per esservi framezzo i nervi cerebrali del nono, decimo e undecimo pajo. Breschet rappresentando il seno petroso inferiore nol fa punto sboccare nel seno trasverso o laterale, ma lo fa terminare subito al davanti del nervo glosso-faringeo (2), di qualità che

(1) Encyclopedie Anat. Traité de Myologie et d' Angiologie. Paris 1843, pag, 597.

(2) Recherches anat. physiol. et pathol. sur le systeme veineux. Paris 1829. 2 Livraison N. 91, Planche 3. — Anche Henle nel suo Anatomischer hand Atlasen Schädelhöhle 49 fa terminare nel medesimo punto il seno petroso inferiore.

sembra ch' egli tenga, come fuori dell' ordinario, l' immettersi del seno petroso inferiore o nell' uno o nell' altro dei seni prefati, e come norma l' andar esso ad aprirsi nella vena jugulare interna o cerebrale al disotto del suo golfo, o bulbo superiore, od in alcuno de' suoi rami, secondo che Theile ha osservato (1). Ma siccome il forame dato all' uscita della vena del seno petroso inferiore dal cranio è lontano dall' esserci sempre, egli è a credere che esso seno petroso inferiore esca dal cranio per quel forame od incisura nervosa che gli è subito al di dietro; cioè pel forame od incisura del nervo glosso-faringeo, separato da questo nervo per un tramezzo fibroso. Chiuderò il discorso sui due esemplari di stenosi del forame jugulare destro ponendo davanti cosa che sembra dovere importare al proposito loro, ed aggiugnerò di tutti gli altri casi di stenosi del medesimo forame che a me si sono fin qua offerti, ed ho esaminati, cioè la mancanza dell' emissario del seno petro-squamoso, o forame jugulare spurio di Luschka del pari e quella dell' emissario che io descrissi nella parte anteriore del seno cavernoso, od emissario cavernoso, i quali due emissari sono nell' uomo incostantissimi, ma costanti, secondo che notai, nei mammiferi domestici.

Il terzo esemplare di stenosi che è, come dissi, del forame jugulare sinistro, è accompagnato dalle medesime particolarità, quanto ai seni venosi corrispondenti della dura madre, ma inversi di sito. Imperocchè il seno longitudinale superiore si continua nel seno laterale destro, come più di spesso avviene, secondo che si disse aver posto Morgagni, ed ognuno può di leggieri confermare. La porzione trasversa e la sigmoidea della doccia del seno laterale destro sono pure nel medesimo rapporto di larghezza con quella del seno longitudinale superiore anzidetto, non altrimenti che a sinistra nei due casi di stenosi del forame jugulare destro, e vi è un bel forame mastoideo, ed un condiloideo posteriore abbastanza largo. Il forame jugulare ha un diametro trasverso di quasi 12 millimetri. A sinistra non vi ha traccia di doccia della porzione trasversa del seno laterale, e ne tiene luogo un cordone simile a quello che si osservò nel primo esemplare di stenosi del forame jugulare destro; il quale cordone, Fig. 4, giunto all' estremità posteriore dell' angolo posterior inferiore dell' osso parietale sinistro si fende formando un piccolo solco o doccia avente una larghezza di 3 millim.; la quale doccia si divide in due rami, uno superiore ed esterno continuantesi in un solco dello spigolo superiore della piramide temporale, corrispondente alla vena del seno petroso superiore; l' altro inferiore ed interno prolungantesi in una doccia molto stretta, la quale appartiene alla porzione sigmoidea della doccia del seno

(1) Op. cit. pag. 603.

laterale. Nel più largo questa doccia misura 2 millim. e mezzo, ed ivi occorrono due forami mastoidei di mezzana larghezza, dall' anteriore dei quali la doccia continuando verso il forame jugulare si restringe riducendosi a 2 millim. di larghezza: finalmente un po' più ristretta per derivare presso la foce di essa un solchetto che va diritto al forame condiloideo posteriore, termina alla porzione corrispondente o venosa dell' incisura jugulare condiloidea interna, la quale porzione insieme col processo jugulare medio dell' incisura interna della piramide, non che del posteriore di essa, e del condiloideo posteriore dell' incisura jugulare interna dell' osso occipitale forma il forame jugulare avente il diametro di 2 millim. appena: per la quale strettezza assume egli l' apparenza piuttosto di forame emissario, perdendo quella di jugulare, di qualità che direbbesi quasi mancare siccome tale, od esserci atresia di esso, sostituito da un emissario della doccia sigmoidea. Detto forame jugulare poi è naturalmente aperto nella parte interna ed anteriore, e vien chiuso dalla solita laminetta fibrosa che dalla punta del processo jugulare medio della piramide va al tubercolo dell' estremità esterna della leggier doccia del nervo vago, ed accessorio del Willis, e lo separa dal forame di uscita di questo nervo dal cranio. Anche qui trovasi il forame in cui mette la doccia del seno petroso inferiore, e tale doccia è ben larga ed il forame del pari, il quale è tondeggiante, formato da due incisure, una del margine inferior posteriore della piramide petrosa, l' altra dalla porzione basilare dell' osso occipitale, le quali due incisure sono più profonde che negli altri due casi di stenosi; il diametro di esso forame è di 6 millim., laddove in quei due casi appena di 4: la quale maggiore ampiezza sembra quasi data a compenso del maggior grado di stenosi ond' è accompagnata. Questo forame poi non è subito al davanti dell' incisura o forame di egresso del nervo glosso-faringeo dal cranio, come nei casi di stenosi del forame jugulare destro, ma molto distante, scolpito alla metà circa del tratto, che ha tra l' uscita del nervo glosso-faringeo dal cranio e l' apice della piramide petrosa. Veduti questi forami dal lato esterno, Fig. 5, veggonsi ben patenti e di giunta apparisce ben formato ed intero quello del nervo glosso-faringeo; imperocchè il processo jugulare anteriore della porzione condiloidea dell' osso occipitale, qui non ben separato dal tratto osseo che gli stà davanti, Fig. 4, si approfonda ed esterna per unirsi ad un' appendice trasversale puntuta proveniente dal lato anteriore del processo jugulare medio della detta piramide, e completare il forame pel nervo glosso-faringeo. Tanto poi nella Fig. 5, come nella Fig. 2, le incisure jugulari condiloidea, e petrosa che in quelle appariscono, non sono interne, ma esterne, e benchè non mostrino onde distinguerle in porzione venosa e nervosa, o mal si prestino a tale distinzione, nondimeno conviene ammetterla, siccome esistente già di natura

per la uscita ben distinta delle differenti parti che escono dal forame lacero. Le due incisure esterna ed interna poi non hanno la medesima estensione, poiché l' esterna suol essere un po' più estesa dell' interna, non tacendo tuttavia poter essere il contrario. La corda (1) dell' incisura jugulare condiloidea esterna nel terzo esemplare di stenosi è di 10 millim., di 8 $^1/_2$ quella dell' interna; nel primo esemplare di stenosi destra la corda dell' esterna è qualcosa più di 10 millim., quella dell' interna di 9. Fa eccezione il secondo esemplare di stenosi destra, essendo che la corda dell' esterna è di poco più di 10 millim., laddove quella dell' interna è di 12. La corda dell' incisura jugulare petrosa esterna del terzo esemplare è più di 11 millim., l' interna di neppure 11; nel primo esemplare di stenosi destra la corda dell' esterna è di 13 millim., dell' interna di 12; nel secondo esemplare di stenosi destra la corda dell' esterna è di 11, quella dell' interna di 12. Se si misurano le incisure jugulari condiloidea e petrosa del lato opposto alla stenosi trovansi analoghe differenze. Infatti nel terzo esemplare l' incisura jugulare condiloidea interna destra ha una corda di 17 millim, l' esterna di 20; l' interna sinistra nel primo esemplare di stenosi destra ha una corda di 18 millim., l' esterna di 21; l' interna sinistra del secondo esemplare ha una corda di millim. 17, l' esterna di 20: la corda delle incisure petrose nel terzo esemplare a destra internamente di millim. 18, esternamente di 22: nel primo esemplare di stenosi destra, sono a sinistra internamente di 19 millim., esternamente di 23: nel secondo esemplare di stenosi destra all' interno è di 19, all' esterno di più di 22. Queste misure oltre che provano ciò che dissi, dimostrano pur meglio la stenosi, e quanta ella è nei tre esemplari di essa; e finalmente la maggior lunghezza delle corde nelle incisure esterne sta con la dilatazione che nel suo principio suol presentare la vena jugulare interna o cerebrale, o col suo bulbo superiore. Fra le due incisure poi ha posteriormente il seno o golfo jugulare osseo (golfo di Lower (2)), il quale ne' casi di stenosi descritti è assai piccolo, e nel terzo esemplare quasi direi mancante. Non vo lasciare di aggiugnere che anche nel terzo caso di stenosi non vi sono gli emissari de' seni petro-squamoso, e cavernoso. Terminerò notando che la stenosi del forame jugulare, ed il prediliggere che fa il seno longitudinale superiore della dura madre, di continuarsi in uno dei seni laterali, di solito nel destro, piuttosto che dividersi in due rami, prolungantesi così in entrambi i seni laterali, si accorda con l' essere una delle jugulari interne o cerebrali, per lo più la sinistra,

(1) Benchè non siano tutte arcuate tali incisure, nondimeno chiamo egualmente corda la distanza che passa da un capo all' altro delle medesime.

(2) Il golfo di Lower è veramente della rocca petrosa.

men grossa (1), e poiché suol essere men largo il forame jugulare di questo lato, sembra che la stenosi del forame jugulare destro possa considerarsi come un' anomalia d' inversione della stenosi medesima. Questo fine della Nota lascia certamente un desiderio, quello di sapere in modo più positivo con quali mezzi o compensi la natura provvede alla circolazione venosa cerebrale nel lato della stenosi del forame jugulare, non soddisfacendo a pieno le particolarità osteologiche surriferite, e si aggiunga il seno, tutto che suppongasi più ampio, situato a' lati della cresta occipitale interna, il torculare di Erofilo ecc.: richieggonsi ulteriori ricerche fatte sulle vene corrispondenti, il risultato delle quali potrà per avventura prestare materia ad altra Nota.

(1) Io ho misurato il diametro del tronco delle vene jugulari interne fra i bulbi, già pieno e disteso da materia ceracea, injettatavi dentro, ed ho trovato nella sua lunghezza una differenza di 5 millm. abbondanti in più quando a destra, quando a sinistra, ma più spesso a destra.

Spiegazione delle Figure

FIGURA 1.

Metà destra della fossa posteriore della base del cranio, ritratta in una posizione favorevole a dimostrare la stenosi del forame jugulare, e le altre particolarità del forame lacero posteriore, non che le principali concomitanze della stenosi medesima. La Figura rappresenta inoltre una rara anomalia affatto estranea alla stenosi, siccome quella che appartiene all' apertura d' ingresso all' astuccio o vagina osteo-fibrosa del nervo trigemino.

FIGURA 2.

La medesima metà della fossa sopradetta ritratta dalla superficie esterna della base craniense.

In entrambe le Figure i medesimi numeri e lettere indicano le parti medesime.

1, piramide o rocca petrosa
2, porzione mastoidea
3, porzione squamosa
4, processo stiloideo mozzo
} dell' osso temporale destro.

5, metà destra della porzione basilare
6, porzione condiloidea destra
7, parte della metà destra della porzione lambdoidea
} dell' osso occipitale.

8, angolo posterior inferiore dell' osso parietale destro.

a, processo jugulare della porzione condiloidea dell' osso occipitale; processo che dirò posteriore a distinzione del

b, processo jugulare anteriore della medesima porzione condiloidea. Fra questi due processi ha l' incisura jugulare condiloidea, la quale incisura chiamerò interna per divisarla dall' esterna di cui appresso.

c, tubercolo che divide in due la incisura jugulare interna della porzione condiloidea, una anteriore nervosa, corrispondente cioé ai nervi accessorio del Willis, vago e glosso-faringeo, altra posteriore appartenente al forame jugulare. Il tubercolo poi altro non é che l' estremità esterna dell' orlo posteriore di una

d, leggier doccia sulla quale s' adagia il fascetto dei filamenti radicolari del nervo vago e l' accessorio del Willis.

e, *f*, *g*, tre processi jugulari dell' incisura jugulare del margine inferior posteriore della rocca o piramide petrosa dell' osso temporale; incisura che diremo petrosa interna, estesa da *f*, processo jugulare posteriore, a *g* processo jugulare anteriore. Anche quest' incisura é divisa in due dal processo jugulare medio *f*, un' anteriore nervosa per i nervi cerebrali sopradetti, l' altra posteriore venosa per il forame jugulare.

h, *i*, le dette due incisure.

k, incisura del nervo glosso-faringeo, alla quale pur corrisponde la fossetta triangolare in cui sbocca l' acquedotto della chiocciola. Talvolta quest' incisura è convertita in forame osseo internamente, il quale mette in un canaletto discendente percorso dal nervo detto. Il canaletto puó essere un semplice solco osseo.

l, forame esterno del canaletto indicato.

m, forame de' nervi vago ed accessorio del Willis.

n, forame jugulare molto stretto.

o, *o*, cioé da o ad o incisura jugulare esterna della porzione condiloidea dell' osso occipitale.

o^3, o^4, incisura jugulare esterna della rocca petrosa dell' osso temporale — fra le due incisure posteriormente sta in

p, seno o golfo jugulare osseo (golfo di Lower).

q, doccia della porzione sigmoidea del seno laterale destro.

r, forellino dell' orlo posteriore della doccia predetta.

s, altro forellino della parte superiore della doccia medesima.

t, cordone osseo che tien luogo della doccia mancante della porzione trasversa del seno laterale destro.

u, forame condiloideo posteriore.

v, forame condiloideo anteriore.

x, solco del seno petroso superiore.

y, solco o doccia del seno petroso inferiore.

z, forame dato all' uscita della vena del seno petroso inferiore dal cranio.

&, metá destra del grande forame occipitale.

α, forame carotico esterno.

β, forame stilo-mastoideo.

γ, forame della porzione ossea della tuba Eustachiana, e del muscolo interno del martello.

ϑ, impronta della porzione cartilaginea della tuba medesima.

ε, forame uditivo interno.

ζ, hiatus dell' acquedotto del vestibolo.

η, fossetta, la quale altro non é che un residuo dell' ampia fossa fetale sottoposta al canale semicircolare superiore.

θ, doccia del nervo trigemino.

ι, processo osseo anomalo situato fra le due lamine della porzione membranosa dell' astuccio, o vagina osteo-fibrosa del nervo trigemino. Questo processo misura quasi per intero la doccia mentovata, ma non ne aggiugne l' estremità anteriore, a cui é unito per tessuto fibroso. Converte in ossea l' apertura osteo-fibrosa che conduce entro l' astuccio o vagina del nervo trigemino alla quale appartiene. Wenzel Gruber ha fatto una bella illustrazione di quest' anomalia. Vedi Mém. de l' Acad. imper. des Sciences de Saint Petersbourg, Série VII, Tom. prem. N. 4. Menschlichen analogen des thierschen vagina nervi trigemini ossea am Felsendeine. Saint Petersbourg 1859. Di tale anomalia aveva già toccato A. Portal nel Tomo primo del suo Cours d' Anat. méd. Paris 1803, pag. 142, notando che la faccia anteriore della porzione petrosa dell' osso temporale presso l' apice : « Présente une légere echencrure, quelquefois recouverte par un prolongement osseux en forme de pont, sous le quel est le tronc des nerfs trijumeaux ». Gruber l' aveva citato a pag. 9 di quella Memoria : onde che si dirà aver io fatto cosa più che superflua averne recato il trapasso, ma io l' ho recato per dimostrare che Portal non ne parlava come di anomalia da esso lui trovata, ma come di anomalia in quello ch' egli scriveva, cognita.

FIGURA 3.

Metà destra della fossa posteriore della base del cranio copiata in posizione favorevole a mettere ben in vista la stenosi del forame jugulare, e le sue concomitanze, non che le differenze tra questo esemplare e quello della Fig. 1.

Da 1 fino a 6 le medesime parti notate nella Fig. 1, e del pari da *a* fino a *f*. Non devesi però lasciare che il processo jugulare anteriore *b*, della incisura jugulare interna della porzione condiloidea dell' osso occipitale é appena indicato, siccome quello che é ridotto ad un semplice tubercolo ; né devesi altresí lasciare che dietro al tubercolo *c* ne ha un altro simile, corrispondente al processo jugulare soprannumerario *g;* e fra i due tubercoli un solchetto percorso dal tronco spi-

nale del nervo accessorio del Willis; il quale tronco alla sua uscita dal cranio è separato dal bulbo superiore della vena jugulare interna o cerebrale per una laminetta fibrosa del pari e dal fascetto de' filamenti radicolari del vago non che dal ramo interno dell' accessorio medesimo per altra laminetta o sottil setto fibroso. Una simile disposizione ossea talvolta è manifesta anche anteriormente, ed il solchetto appartiene al nervo glosso-faringeo.

g, processo jugulare sopranumerario soprapposto alla unione de' processi jugulari posteriore e medio dell' incisura jugulare petrosa interna o del margine inferior posteriore della rocca o piramide petrosa dell' osso temporale.

h, processo jugulare anteriore della incisura jugulare petrosa interna, processo poco sviluppato.

i, forame jugulare più stretto di quello rappresentato dalla Fig. 1.

k, doccia della porzione sigmoidea del seno laterale destro della dura madre.

l, forame mastoideo ampio aperto entro la doccia *k*.

m, altro ampio forame mastoideo fuori della doccia.

n, cresta solcata da un leggier solco nell' acuto, ond' è per certo tratto divisa in due labbra comprendenti il solco; cresta che tien luogo della doccia della porzione trasversa del seno laterale detto.

o, forame condiloideo posteriore.

p, forame condiloideo anteriore.

q, forame per il vago e l' accessorio del Willis.

r, incisura pel nervo glosso-faringeo, alla quale corrisponde la fossetta triangolare in cui sbocca l' acquedotto della chiocciola.

s, forame dato all' uscita della vena del seno petroso inferiore dal cranio.

t, doccia di questo seno.

u, solco del seno petroso superiore.

Non ho notato i forami accessorii alla Figura, parendomi bastante averli contrassegnati e descritti nella Fig. 1.

FIGURA 4.

Metà sinistra della fossa posteriore della base del cranio pur essa rappresentata in modo favorevole a dimostrare l' alto grado di stenosi del forame jugulare, e le differenze offerte da questo esemplare confrontato con quelli della Fig. 1 e della Fig. 3.

FIGURA 5.

La medesima metà veduta dalla faccia esterna della base craniense.

In tutte due le Figure i medesimi numeri e le medesime lettere indicano le parti medesime.

Da 1 a 8 le medesime parti, ma sinistre, della Fig. 1 e 2. Similmente da *a* fino a *f*; se non che l' incisura tra *e f*, è molto stretta. Il processo jugulare anteriore dell' incisura jugulare petrosa, o vero del margine inferiore posteriore della rocca o piramide petrosa dell' osso temporale, processo segnato *g*, nella Fig. 1, e nella Fig. 3, qui non è distinto, ma confuso nel tratto osseo *g* tra l' incisura, o 'l forame del nervo glosso-faringeo ed il forame per l' uscita della vena del seno petroso inferiore dal cranio.

g, il detto tratto osseo.

h, forame jugulare esiguissimo.

i, principio della doccia sigmoidea del seno laterale della dura madre, nel quale ha un piccolo forame emissario: sbocca in quel principio della doccia il solco del seno petroso superiore.

+ il detto solco.

k, porzione della doccia sigmoidea situata al di sopra di due forami mastoidei *l*, *m*.

n, porzione della doccia sigmoidea, situata sotto ai due forami mastoidei *l*, *m*; porzione strettissima che termina al forame jugulare.

o, cordone che tien luogo della doccia della porzione trasversa del seno laterale della dura madre.

p, forame condiloideo posteriore.

q, *r*, forame condiloideo anteriore doppio.

s, forame dei nervi vago ed accessorio del Willis.

t, incisura del nervo glosso-faringeo, che nella superficie esterna della base craniense è convertita nell'

u, forame del medesimo nervo.

v, ampio forame per cui esce la vena del seno petroso inferiore dal cranio. Il forame è formato da due incisure, una della porzione basilare dell' occipite, l' altra del margine inferior posteriore della rocca, o piramide petrosa.

x, larga doccia del seno petroso inferiore.

y, *y*, l' incisura jugulare esterna della porzione condiloidea dell' osso occipitale.

y^3, y^4, incisura jugulare petrosa esterna della rocca, o piramide dell' osso temporale.

z, golfo o seno jugulare osseo assai piccolo, anzi quasi nullo.

&, forame carotico esterno.

α, forame stilo-mastoideo.

Fig. 1.

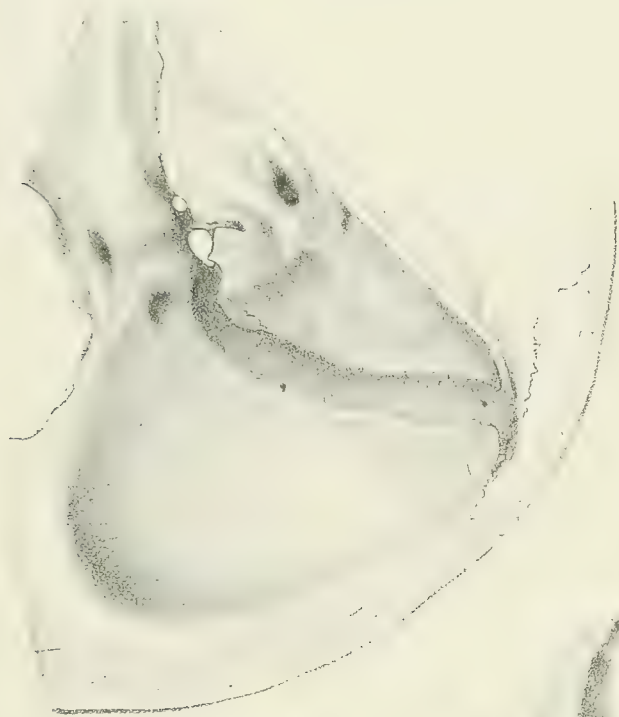
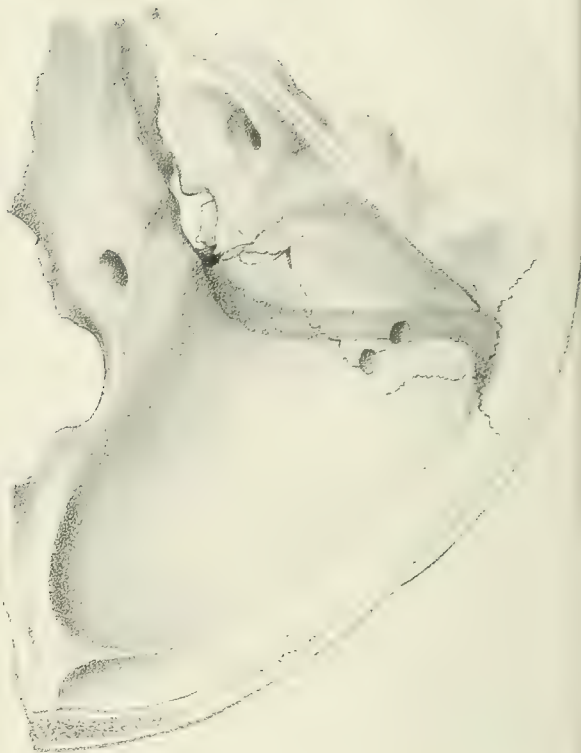
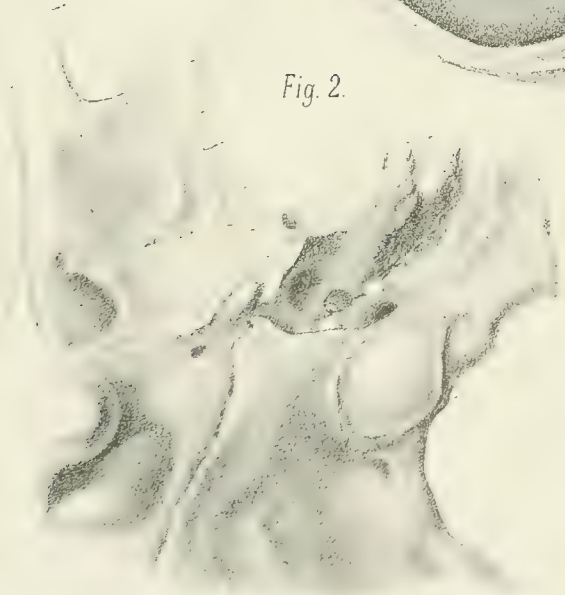
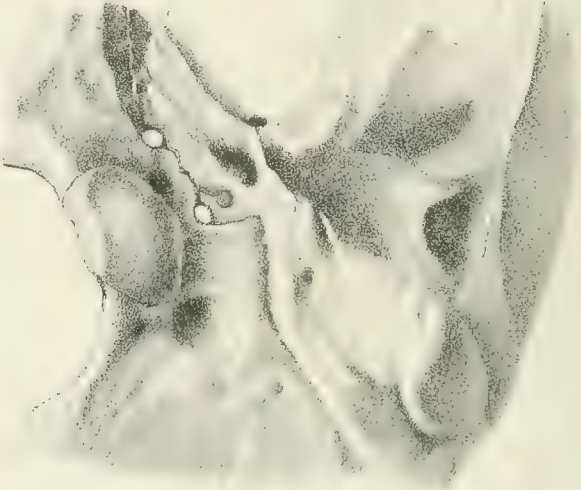
Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 2.

E. Contoli, lit.

L. Calori.
Fig 1.
Fig 2.
Fig 3
Fig 4
Fig. 5.
Lit. G. Wenk e Figli = Bologna.

SULLO SPOSTAMENTO FINITO
DI UNA FIGURA PIANA NEL SUO PIANO

NOTA

DEL D.r VIRGINIO RETALI

(Letta nella Sessione del 10 Aprile 1892).

Nella Memoria del Chasles « *Propriétés rélatives au déplacement fini quelconque dans l'éspace d'une figure de forme invariable* » (*) trovasi enunciata, al § 17, una proposizione inesatta. È probabile che altri, prima di me, abbia rilevato l'errore del celeberrimo Geometra Francese, pure, siccome a me non consta che ció sia avvenuto, credo non affatto inutile il pubblicare questa breve Nota; tanto più che il Sig. Ch. Brisse nella sua Memoria « *Sur le déplacement fini quelconque d'une figure de forme invariable* » (**), insieme agli altri teoremi dati dal Chasles, senza dimostrazione, nella Mem. sopra citata, ha creduto poter dimostrare anche lo enunciato erroneo del § 17 (***).

I. Nel piano di due figure uguali direttamente, son dati due fasci di raggi projettivi concentrici $P(a, b, ...)$, $P(a', b'....)$: sopra due raggi a, a' corrispondenti nei due fasci projettivi, ma non omologhi nelle due figure eguali, esiste sempre come é noto un sistema di due punti omologhi (****)

(*) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* t. LI.

(**) *Journal de Liouville* (an. 1871) pag. 229-231.

(***) Ecco questo enunciato:

« Un point fixe P étant donné, les couples de points homologues des deux figures, tels que les cordes qui le joignent deux à deux soient vues de ce point sous un angle de grandeur donnée, sont sur deux coniques qui passent par le point P;

Et ces cordes enveloppent une courbe de la quatrième classe et du sixième ordre, qui a trois tangentes doubles dont une, réelle, est située à l'infini, et les deux autres, imaginaires, sont les asymptotes d'un cercle décrit autour du point central commun aux deux figures ».

(****) Chasles, loc. cit. § 13.

che denotiamo con A, A'; determiniamo lo inviluppo della retta $|AA'|$ e il luogo dei punti A, A'.

Denotiamo con O il punto centrale e con ω l'angolo di rotazione: sieno P_1, P_2 i punti corrispondenti a P secondochè quest'ultimo è pensato elemento della prima o della seconda figura; se a_1, b_1,.... sono i raggi corrispondenti rispettivamente ad a, b,...., considerati questi come appartenenti alla prima figura, ed a'_2, b'_2,.... sono i corrispondenti ad a', b',.... considerati come appartenenti alla seconda figura, è chiaro che i due punti omologhi (nelle due figure) posti sui due raggi corrispondenti (nei due fasci projettivi concentrici) a, a', sono

$$A \equiv (aa'_2), \qquad A' \equiv (a'a_1).$$

Ciò posto, i due fasci uguali direttamente $P(a, b,....)$, $P_1(a_1, b_1,....)$ generano con le intersezioni dei loro raggi corrispondenti (aa_1),.... un cerchio, che diremo C_1^2, passante per i tre punti O, P, P_1; e analogamente i due fasci $P_2(a'_2, b'_2,....)$, $P(a', b',....)$ generano il cerchio C_2^2 passante per O, P_2, P. I due fasci poi $P(a',....)$, $P_1(a_1,....)$, per essere entrambi projettivi al fascio $P(a,....)$, son projettivi fra loro e perciò il luogo del punto $(a'a_1) \equiv A'$ è una conica K_1^2 passante per i punti P, P_1. Analogamente si riconosce che il luogo del punto $A \equiv (aa'_2)$ è un'altra conica K_2^2 passante per P_2, P ed uguale a K_1^2 (la corrispondente di K_1^2 quando questa si consideri appartenente alla seconda figura). Queste due coniche K_1^2, K_2^2 passano rispettivamente per i punti d'intersezione dei cerchi C_1^2, C_2^2 con i raggi uniti dai due fasci projettivi concentrici $P(a,....)$, $P(a',....)$. Il luogo dei punti medî dei segmenti $\overline{AA'}$ è, per un teorema noto (*), una terza conica K^2 simile a K_1^2, K_2^2, essendo O il centro di similitudine, $\cos\frac{\omega}{2}$ il rapporto di similitudine e $\pm\frac{\omega}{2}$ l'angolo di rotazione: ne segue che lo inviluppo della retta $|AA'|$ è la prima pedale negativa di questa terza conica K^2 rispetto al punto centrale O, ossia è la polare reciproca della inversa di K^2 rispetto a O; e siccome questa inversa è, in generale, una curva del quart'ordine e sesta classe avente due punti doppî nei punti ciclici e il terzo punto doppio in O, se ne conclude che lo inviluppo cercato è, in generale, una curva del sest'ordine e di quarta classe le cui tangenti doppie sono la retta all'infinito e le due rette isotrope uscenti da O. Abbiamo così il teorema.

Dato un punto fisso P, *le coppie di punti omologhi delle due figure tali*

(*) Chasles, loc. cit. § 15.

che vengono projettate da P *in coppie di raggi corrispondenti di due fasci projettivi, sono sopra due coniche eguali passanti pel punto* P*;*

E le corde che uniscono i punti omologhi delle due coniche inviluppano (in generale) *una curva della quarta classe e del sest'ordine avente per tangenti doppie la retta all'infinito e le due rette isotrope uscenti dal punto centrale* (*).

Questo enunciato, insieme a quello del successivo § III, rettifica quello dato dal Chasles (loc. cit. § 17).

II. Se i raggi uniti dei due fasci projettivi concentrici $P(a, b, \ldots.)$ $P(a', b', \ldots.)$ coincidono entrambi nella retta $|PO|$ le due coniche K_1^2, K_2^2 toccano nel punto centrale O rispettivamente i cerchi C_1^2, C_2^2; la conica K^2 ha in O uno dei suoi vertici e lo inviluppo della retta $|AA'|$, cioè la prima pedale negativa della conica K^2 rispetto al suo vertice O, è la polare reciproca rispetto ad O di una cubica circolare di quarta classe avente in O il suo punto doppio, ossia *una curva del quart'ordine e terza classe, tricuspidale, avente per bitangente la retta all'infinito.*

III. Supponghasi ora che i due fasci projettivi concentrici $P(a, b, \ldots.)$, $P(a', b', \ldots.)$, sieno eguali direttamente; abbiano cioè per raggi uniti le due rette isotrope uscenti dal punto P: in questo caso particolare le due coniche K_1^2, K_2^2 divengono cerchi eguali passanti per P; K^2 è pure un cerchio avente il suo centro M sulla retta $|PO|$, e lo inviluppo della retta $|AA'|$, cioè la prima pedale negativa di questo cerchio K^2 rispetto al polo O, è una conica dotata di centro, che denoteremo con H^2, ellisse o iperbole secondochè il punto O è interno o esterno a K^2, la quale ha due vertici sulla retta $|OP|$ nelle estremità del diametro di K^2; O è un fuoco e i due raggi che da M projettano i due punti (reali o immaginarî conjugati) di intersezione di K^2 con la polare di O, rispetto a K^2, ne sono gli assintoti.— Abbiamo così il teorema:

Dato un punto fisso P, *le coppie di punti omologhi delle due figure, tali che le corde che li uniscono due a due sieno viste da questo punto sotto un angolo di grandezza data, sono sopra due circoli eguali che passano per il punto* P*; E queste corde inviluppano una conica a centro, bitangente ad ognuno dei due circoli* (**).

IV. Se denotiamo con α l'angolo costante di due raggi omologhi a, a', dei due fasci direttamente eguali, e con d la distanza fra il punto centrale O e il punto fisso P, si trova facilmente che:

(*) Questa curva ha quattro punti doppî, che sarebbe facile costruire, sei cuspidi e zero flessi, è inoltre quadritangente a ognuna delle due coniche K_2^1, K_2^2. La curva inviluppo congiungente i punti corrispondenti di due coniche projettive situate in un medesimo piano é stata studiata dallo Schröter nella Mem. *Ueber die Erzeugnisse krummer projektivischer Gebilde.* (Giornale di Crelle vol. 54).

(**) Cfr. il precedente § I e Chasles, loc. cit. § 17.

a) i due cerchi eguali K_1^2, K_2^2 si segano sotto l'angolo $\omega + 2\alpha$, hanno per raggio

$$r = \frac{d \operatorname{sen} \frac{\omega}{2}}{\operatorname{sen}(\alpha + \omega)}$$

e la lunghezza della loro semicorda comune è

$$\overline{PM} = r \cos\left(\alpha + \frac{\omega}{2}\right);$$

b) il raggio del cerchio K^2, ossia il semiasse focale di H^2 è evidentemente $r \cos \frac{\omega}{2}$;

c) assumendo per asse delle x la retta $|OP|$ e per asse delle y la centrale dei cerchi K_1^2, K_2^2, le equazioni in coordinate cartesiane ortogonali dei due circoli K_1^2, K_2^2 sono:

$$\left[y \mp r \operatorname{sen}\left(\alpha + \frac{\omega}{2}\right)\right]^2 + x^2 = r^2;$$

quella della conica H^2 è:

$$x^2 - \frac{y^2 \operatorname{sen}^2 \frac{\omega}{2}}{\operatorname{sen}(\alpha + \omega) \operatorname{sen} \alpha} = r^2 \cos^2 \frac{\omega}{2},$$

e le corde di contatto della H^2 coi due circoli ad essa bitangenti K_1^2, K_2^2, sono rappresentate da

$$y = \pm r \operatorname{sen} \alpha .$$

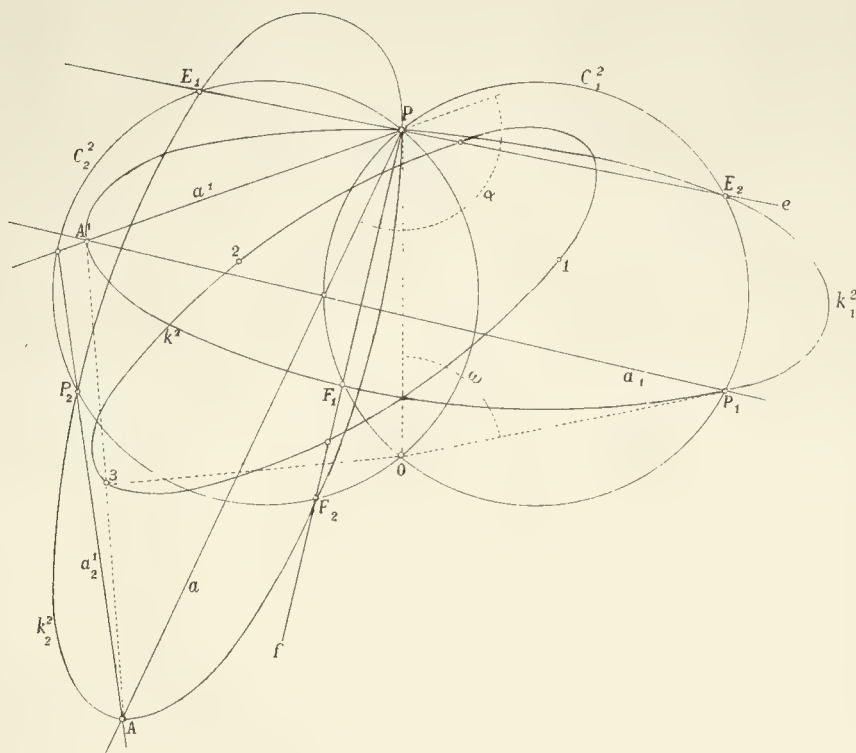
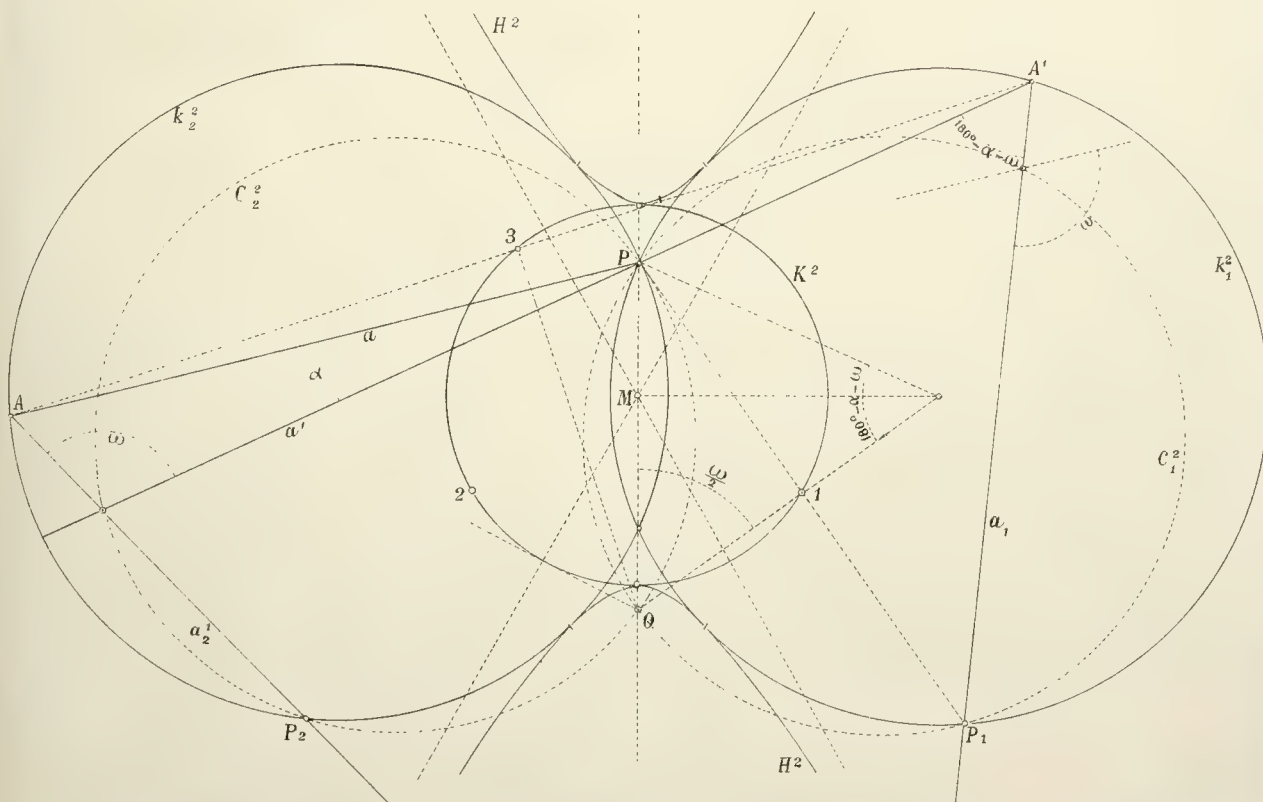
V. Con ragionamenti correlativi a quelli del § I, o ancora polarizzando rispetto a un cerchio arbitrario di centro O, si ottiene il teorema:

Data una retta p, *le coppie di rette omologhe delle due figure, che segnano su questa retta due punteggiate projettive, inviluppano due coniche tangenti alla retta* p*;*

E i punti d'incontro di queste coppie di rette omologhe sono, in gene-

rale, in una curva del quart'ordine e di sesta classe avente per punti doppî il punto centrale e i due punti ciclici.

Ma se le due punteggiate projettive segnate sulla retta p debbono essere eguali, i due punti uniti si confondono nel punto all'infinito della retta p: le due coniche del teorema precedente sono parabole e la curva del quart'ordine si muta in *una cubica circolare tangente a ognuna di queste parabole, avente in* O *un punto doppio e simmetrica rispetto alla perpendicolare abbassata dal punto centrale sulla retta* p. Ritroviamo così il teorema dato dal Chasles nel § 18 (Mem. cit.) come caso particolare del correlativo di quello che rettifica lo enunciato del § 17.

V. Retali, dis. E. Contoli, inc. Lit. G. Wenk e Figli - Bologna

CONTRIBUTO

ALLA

PATOLOGIA DELLO SCORBUTO

OSSERVAZIONI ED ESPERIMENTI

DEL PROF. V. L. COLUCCI

(Memoria letta nella Sessione del 24 Aprile 1892).

(CON UNA TAVOLA)

I.

Fra tutte le dottrine più o meno bene fondate, introdotte nella scienza medica allo scopo di spiegare l' etiologia e la patogenesi dello scorbuto, non una, di quelle che cercarono attribuire esclusivamente ad un dato fattore etiologico questa malattia, ha potuto, che io mi sappia, essere confermata nella sua integrità dalle osservazioni cliniche ed anatomo-patologiche. Non è nel mio argomento odierno il trattare, anche sommariamente, della storia di tali dottrine: sarebbe lungo ed inutile lavoro, già fatto e ripetuto; debbo soltanto ricordare quelle che fecero consistere tale malattia discrasica nell'aumento o nella diminuzione della fibrina o dei globuli del sangue, nella deficienza di sali potassici o nell' aumento di quelli della soda. Queste dottrine, com' è noto, destarono al loro apparire l' entusiasmo dei medici contemporanei, tutti desiderosi com'erano di giungere alla conoscenza esatta del morbo, che vedevano dominare endemico e divenire epidemico, e di potere in conseguenza stabilire un metodo razionale curativo, igienico e profilattico. Ma disgraziatamente, il succedersi e il moltiplicarsi delle osservazioni cliniche nelle epidemie scorbutiche sviluppatesi nelle più svariate circostanze di clima, di ambiente, di maniera di alimentazione, se or giustificarono or rigettarono l'una o l'altra delle dottrine a cui ho accennato, non poterono stabilire un insegnamento sicuro circa la causa vera e più costantemente dimostrata, e il suo modo di agire per lo sviluppo dello scorbuto. Si è quindi giunti all' ineluttabile conclusione, che questa malattia consiste in una profonda alterazione nutritiva dell' organismo, la quale prevalentemente interessa il sangue ed i vasi sanguigni, donde la sua generale manifestazione emorragica nei varii tessuti.

Considerando bene il valore delle varie dottrine, indiscutibile, secondo a me pare, per talune di esse — come ha dimostrato il gran conto in cui sono state tenute — le quali anche oggi s' impongono in medicina, oltre la luminosa prova portata dalle efficaci misure igieniche che da esse ne derivarono; considerando, dico, il loro valore, parrebbe che alla sicurezza dei fatti beni stabiliti come necessari alla genesi e sviluppo dello scorbuto, allo studio analitico delle presunte cause, fosse stato conveniente aggiungere almeno un tentativo di sintesi fin dal principio, si fossero, cioè, tutte quelle cause considerate dal punto di vista dell' ultimo effetto che essi spiegavano sull' organismo: la profonda e progressiva alterazione della nutrizione. Ne sarebbe surto imperioso il bisogno d' intendere il perchè ed il come delle multiple emorragie, ed ancora delle caratteristiche ulcerazioni della bocca, che contraddistinguono questa malattia da tante altre a forma emorragica. Ciò è dipeso, secondo a me pare, dalla ignoranza circa le alterazioni chimico-biologiche indotte nel sangue dalle diverse circostanze incolpate come causa dello scorbuto, ignoranza che fu ed è anche oggi necessaria conseguenza delle imperfette cognizioni sui rapporti che esistono fra il sangue e la parete dei vasi, e quindi sulla vicendevole influenza che fra loro si esercita sulle rispettive condizioni chimico-biologiche, nutritive e funzionali, dell' uno e dell' altra.

Tal necessaria deficienza di cognizioni patogenetiche circa lo scorbuto, non è, credo, chi voglia sconoscere, ed è giusto ricordare come il Jaccoud (1), allato all' alterazione del sangue, segnalò una generale alterazione dei tessuti e dei capillari, sebbene entrambe sconosciute, determinate dalla stessa causa; ed il Cantani, che magistralmente trattò di questo argomento nelle sue Lezioni cliniche (2), specificò le singole alterazioni degli organi e dei tessuti, non trovando altro nei capillari sanguigni che disseminate granulazioni adipose.

Nè questi eminenti Clinici nè alcuni altri, rispetto all' etiologia dello scorbuto, accettarono esclusivamente questo o quell' ordine di cause che sembrò prevalere in una o in un' altra epidemia, per la evidentissima ragione, che le circostanze in cui si sviluppava una di esse ed alle quali per necessaria conseguenza dovevasi attribuire, erano, se non opposte, almeno diverse di quelle in cui altra epidemia scorbutica erasi sviluppata e resa dominante o in un equipaggio navale, o in uno stabilimento carcerario.

In ogni singola epidemia poi, secondo le segnalate circostanze, e ritenute etiologicamente sufficienti per lo sviluppo del morbo, si è tentato di

---

(1) Trattato di patologia interna. Vol. 2°. Napoli, 1874.
(2) Patologia e Terapia del Ricambio materiale. Vol. 2°. Milano, 1876.

spiegarne la patogenesi, e da ciò le varie dottrine, fra le quali primeggiò quella del Garrod, della prevalenza nell' organismo della soda sopra la potassa. Questa dottrina fu contraddetta dallo stesso metodo di cura proposto; ma pare non pertanto non del tutto infondata, considerandosi tale sproporzione di sali, se non come un fattore etiologico assoluto ed esclusivo dello scorbuto, almeno come un potente coefficiente, quando altre circostanze vi si associno come cause coadiuvanti e predisponenti. A questa riserva di giudizio conduce la dottrina, accolta dal Cantani, circa i perturbamenti che una sproporzione dei diversi minerali nell' organismo, e specialmente degli alcali e degli acidi deve produrre nella vita degli elementi istologici.

A me non incombe di riferire circostanziatamente tale dottrina, del resto conosciutissima; e mi limito solo a far notare che essa è appoggiata a quanto venne sperimentalmente insegnato dal Ranke, circa le condizioni indispensabili ai processi osmotici fra gli elementi istologici dell'organismo e il plasma del sangue, e a quanto venne confermato da eminenti scienziati — Bunge, Voit, Seemann — circa l' importanza del cloruro di sodio nel processo di nutrizione, ed i danni che derivano da un eccesso di questo sale nell' organismo. Esso infatti, se arriva ad essere durevolmente eccessivo nel sangue, favorisce l' esportazione del fosfato di potassa dai globuli ematici e dagli elementi dei tessuti non solo, ma aumenta anche l' esportazione dell' azoto esponendo una maggior quantità di albumina circolante alle forze decomponenti degli organi cellulari, e quindi attenua la crasi del sangue, impoverisce i tessuti dell'albumina e produce così uno stato idroemico. Una quasi analoga azione si attribuisce ad una eccessiva introduzione e produzione di acidi, i quali se in piccola quantità favoriscono l' assimilazione degli alcali in composti definiti e la consecutiva fissazione loro nella costituzione chimica degli elementi istologici, in eccesso esporteranno per le urine una gran quantità di alcali, esercitando così un' azione deprimente e debilitante sulla nutrizione e funzione dei muscoli e dei nervi, e senza dubbio anche sulla nutrizione e resistenza delle pareti vascolari. Ora, applicando queste nozioni allo scorbuto, se nell' organismo e rispettivamente nel sangue, vi ha sproporzione fra la soda e la potassa, con prevalenza della prima, si altera lo scambio nutritivo fra gli elementi istologici ed il sangue, diminuisce la resistenza dei tessuti e per conseguenza anche dei vasi sanguigni, donde la speciale discrasia, le frequenti e facili emorragie, e la consecutiva cachessia scorbutica.

Ho stimato conveniente di fare questo breve riassunto, accennando più specialmente all' importanza del cloruro di sodio nell' etiologia dello scorbuto, e tralasciando la deficienza di albumina e di acido fosforico alla quale l' A. annette giustamente una grande importanza, perchè non è, come ho

sopra detto, del mio argomento il voler discorrere di proposito dell'etiologia e della patogenesi dello scorbuto, ma riferire solo alcune osservazioni istologiche, le quali potrebbero trovare una spiegazione in questi fatti così stabiliti dalla Chimica biologica, ed alcuni pochi esperimenti che le verrebbero, se mal non ho giudicato, in appoggio. Colle prime potrebbesi stabilire l'importanza che, nella patogenesi di questo morbo, dev'essere attribuito all'ostacolo circolatorio determinato da speciali alterazioni dei vasi sanguigni e più particolarmente dei capillari; e coi secondi confermare l'importanza del cloruro di sodio che in eccessiva quantità nell'organismo, ed in speciali circostanze, indurrebbe tali modificazioni capillari sanguigni, per cui questi si presentano quasi colle stesse alterazioni osservate nel sistema capillare degli scorbutici.

Oggi giorno che, come si è fatto per molti morbi, si tenta di rinvenire un agente specifico come causa della discrasia scorbutica, parebbe forse a taluno essere inutile qualunque studio diretto a conoscere le alterazioni istologiche e chimiche che per tale malattia si stabiliscono nell'organismo animale. Ma il semplice, quanto elementare assioma nella dottrina del morbo in generale, che l'organismo è concausa dell'agente patogeno e quindi anch'esso un fattore necessario nel momento genetico di ogni malattia, mi dispensa dallo entrare in una disquisizione su tale argomento, e mi conforta invece ad esprimere la convinzione, che la conoscenza esatta dei processi chimico-vitali e delle alterazioni istologiche sarà l'unica e più sicura via per arrivare ad intendere la vera natura e la maniera di agire del virus specifico, come di ogni altra malattia infettiva così dello scorbuto, quando potrà questo essere ascritto a tal classe di morbi. Son persuaso delle gravi difficoltà che incontransi in tali ricerche, e perciò premuroso a dichiarare, che le poche osservazioni, le quali oggi ho l'onore di esporvi, non hanno altra pretesa che quella di un tenue contributo alla patogenesi dello scorbuto.

II.

Questa malattia piuttosto rara ad osservarsi negli animali, assai più raramente presentasi nella forma clinica caratteristica dell'uomo, e come vero scorbuto si è potuto riguardare in varii casi solo nel cane e nel porco. Negli altri animali domestici i molti casi descritti e qualificati come scorbuto sono stati messi in dubbio, essendo per le multiple emorragie confusi con altri morbi aventi la stessa caratteristica, e per la facile caduta dei denti da riferirsi piuttosto a rachitismo e ad altre costituzionali distrofie.

La rarità di osservazioni di vero e bene accertato scorbuto è, secondo io credo, la causa degli scarsi insegnamenti che su questa malattia si hanno in veterinaria, e quei pochi che si trovano nei trattati di patologia sono incompleti e, più che a stabilire la natura sua, sono dati per confermare o meno la certezza della diagnosi in questo o quel caso osservato da uno o da un altro veterinario, sempre riportandosi a quanto s' insegna dai patologi dell' uomo. In veterinaria dunque per la scarsità del materiale clinico non si è giunti peranco ad una trattazione sintetica esatta e compiuta di questo morbo; ciò però non esclude che veri casi di scorbuto, nel cane specialmente, non si osservino e quello appunto che mi si è presentato in uno di questi animali di razza *pointer*, e dell' età di 4 anni circa, era uno dei più caratteristici, quantunque non molto avanzato nel suo decorso, e le lesioni per conseguenza non molto gravi. Questo cane era stato condotto alla Clinica veterinaria di Parma per essere curato di un vomito incoercibile, pel quale ebbe a morirne.

Alla necroscopia, trovai lo stato suo di nutrizione piuttosto deperito, pelo sudicio ed irto, color livido delle gengive, le quali erano qua e là ulcerate, e le ulceri estendevansi anche al labbro superiore e lateralmente ed inferiormente della porzione libera della lingua. Nel tessuto connettivo sottocutaneo l' adipe era scarso e di color giallo rossastro, coi vasi turgidi di sangue nero e multiple piccole emorragie. Eranvi inoltre emorragie intramuscolari specialmente nei muscoli adduttori delle cosce. Nel cavo addominale si conteneva una discreta quantità di siero sanguinolento, con pochi piccoli e molli coaguli sospesi nel liquido ed altri leggermente aderenti alla superficie peritoneale. Piccole emorragie si vedevano sparse tanto sulla sierosa parietale che viscerale, di cui quella che rivestiva il terzo circa posteriore dell' intestino tenue, era diffusamente tinta in rosso mattone carico e presentava qua e là macchie più intense simili a petecchie. La milza, di volume poco aumentato, avea la sua superficie variegata di rosso pavonazzo e rosso scuro. Il fegato diminuito di consistenza, di color di feccia di vino carico e con macchie estese giallo-rossastre; la sua capsula col peritoneo tinta pure in rosso vinoso. Il mesenterio coi vasi turgidi di sangue nerastro e con macchie emorragiche; l' epiploon mostravasi più alterato, i suoi vasi erano tutti fortemente congesti, e numerosissimi punti emorragici sparsi per tutta la sua estensione. La mucosa gastrica (lo stomaco era vuoto) inegualmente congestionata; e quella del tenue intestino pure iperemica con piccole macchie emorragiche nell' ultima sua porzione e vicino alla valvola ileo-cecale. Nella cavità toracica non vi era altro di notevole, oltre le multiple emorragie sulla pleura ed anche nell' esocardo, il poco siero sanguinolento contenutovi e i grossi vasi venosi pieni di sangue nero poco coagulato.

Queste le lesioni anatomiche riscontrate, fra le quali le più apprezzabili erano quelle dei vasi sanguigni specialmente dell' epiploon. Di questi e del sangue in ispecial modo mi proposi di studiarne le intime alterazioni, per cercare in quale rapporto esse stessero colle altre alterazioni dei tessuti, e più particolarmente colla degenerazione del fegato e l' ulcerazione della bocca, e quale importanza potessero avere nelle generali manifestazioni sintomatiche attribuite con maggiore apparenza di probabilità alle accennate alterazioni discrasiche del sangue.

III.

L' attento esame istologico del sangue, dei varii tessuti e degli organi macroscopicamente alterati, e specialmente dei vasi sanguigni, pensai essere l' unica via che nel caso presente gettar potesse qualche luce sul problema propostomi. Esporrò brevemente i risultati di tale ricerca, in quanto riguardano le più notevoli alterazioni rilevate.

Il sangue che, come ho detto, era nero, viscoso e tingeva diffusamente i tessuti dov' erano avvenute delle emorragie e specialmente la sierosa di gran parte del tenue intestino, al microscopio non mostrò apprezzabili alterazioni, e solo i globuli rossi mi parve avessero un color giallo più carico del normale, tendente ad un giallo nerastro speciale, direi quasi, un fondo rosso con una sfumatura olivastra.

Tra i fasci connettivi, onde risultano formate le trabecole epiploiche, si trovano le cellule endoteliali ingrossate, e non poche di esse con due nuclei ed altre in via di scissione, le quali con non pochi leucociti riempiono le lacune plasmatiche.

I vasi capillari di questa membrana sierosa, e le più piccole vene fra le sue due lamine contenute, mostrano i nuclei delle cellule endoteliche che rivestono l' interna loro superficie, ingrossati. In molti capillari ho potuto rilevare con certezza che, per lo sporgere dei nuclei ingrossati nel loro interno, il lume n' era ristretto, fig. 1ª, e il passaggio del sangue per conseguenza reso difficile. Ho detto, *con certezza*, perocchè, conoscendo quanto è facile l' essere tratti in inganno dalle diverse apparenze che dà il nucleo delle cellule endoteliche vascolari per la sua speciale conformazione, a seconda della direzione in cui esso si guarda, non mi son fermato alla semplice considerazione della sua grossezza aumentata, la quale avrebbe potuto essere soltanto apparente, ma ho voluto più volte verificare, ciò che si vede nella figura riportata, lo stentato passaggio dei globuli rossi nei punti del vaso che vedonsi ristretti per la maggiore grossezza del nucleo, quale si dimostra dalla forma allungata dei globuli rossi ivi esistenti.

Nei capillari più grossi e nelle più piccole vene ho inoltre trovato più volte estesi coaguli occupanti parzialmente il lume loro, in maniera che effettuavasi ancora — per quanto puossi credere dal trovarsi globuli rossi in maggior o minor numero fra essi e la parete vascolare — il passaggio del sangue, fig. 8ª e 9ª; vi erano quindi veri trombi di prolungamento, come si vede nella fig. 9ª, in cui uno di questi trombi è in parte ritratto. Esso ha origine in un punto della parete di una vena capillare *a*, e di là si estende in una venula più grossa. Questo fatto, che mi è avvenuto di vedere in molti preparati dell' epiploon del cane scorbutico, parmi di molta importanza, perché dimostra, se non erro, che nelle pareti specialmente dei piccoli vasi sanguigni, vi erano condizioni favorevoli al coagularsi del sangue. Credo poi di potere escludere che tali coaguli siano avvenuti *post mortem*, pel fatto che, come ho sopra detto, nello spazio rimasto fra essi e la parete si trovano globuli rossi, ora scarsi ora in maggior numero, senza tracce di fibrina; quindi che quei coaguli abbiano avuto origine nei capillari, fig. 8ª, e siansi dipoi prolungati nelle piccole vene per coagulazione successiva favorita dal rallentamento circolatorio, e dalla particolare discrasia scorbutica del sangue. Si vede pure in varii punti, come nella fig. 9ª *b*, che questi piccoli trombi originatisi in uno o più capillari di un territorio ed estesi poi nella venula corrispondente, da questa si prolungano in capillari di altro territorio in essa confluenti, ma perché più grossi, quelli ne rimangono occlusi alla loro foce ed il sangue vi stanzia. In alcuni di questi capillari, nel sangue che li riempie non vi è traccia di fibrina, in altri si vedono dei filamenti fibrinosi formanti una rete a larghe maglie framezzo ai globuli ematici, mentre la rete fibrinosa dei coaguli suaccennati è a maglie fittissime e bene distinte.

Ho creduto bene di notare queste particolarità, appunto perché esse fan vedere il modo diverso di formarsi e di estendersi di questi trombi da quello che comunemente si osserva nelle trombosi per cause meccaniche, e più poi per mettere in rilievo l' origine loro dai capillari, donde si estendono nelle vene occupandone parzialmente il lume, e l' apparire di quella rete fibrinosa di finissimi fili e a larghe maglie nel sangue stagnante dei capillari. La formazione primitiva di coaguli nei capillari non è, a quel che io so, frequente ad osservarsi, ed il Virchow infatti affermava *che quasi mai si ha trombosi nei capillari* (1), e che mentre il sangue del cuore e dei grossi vasi si coagula dopo la morte, quello dei capillari rimane fluido (2). Le quali affermazioni dell' illustre patologo di Berlino farebbero almeno ritenere come strano ciò che ora sto riferendo

(1) Pathologie cellulaire. Edition. pag. 230. Paris. 1874.
(2) Id. pag. 187.

del reperto isto-patologico nei vasi capillari epiploici del cane scorbutico. Ora il fatto esiste, e se esso non trova la sua ragione di essere nelle condizioni etiologiche comuni delle trombosi, nè nelle modificazioni cadaveriche del sangue e dei vasi, deve averla certamente in alterazioni patologiche che per lo scorbuto si determinano nella parete dei vasi e nella crasi del sangue.

Quale è la particolare discrasia chimica che dà luogo a questa coagulazione del sangue puossi ammettere, appoggiandosi ad una fra le tante analisi eseguite del sangue scorbutico, a quella cioè, per cui venne in esso provato l'aumento della fibrina. E se non per tutti, pel caso verificatosi in questo cane e per quelli, ad esso simili, in cui il sangue, macroscopicamente osservato, mostravasi nero e viscoso, puossi sospettare che una distruzione dei globuli avesse messo in libertà maggior quantità di paraglobulina, e questa con caratteri chimici tali da dar luogo alla più facile formazione della fibrina, forse favorita inoltre da particolare essudazione delle pareti vascolari alterate. Ma se i caratteri morfologici del sangue non ci possono con certezza dar sufficiente ragione dei trombi in discorso, può la loro patogenesi completarsi dopo un' attenta considerazione delle alterazioni istologiche osservate nei vasi capillari.

In questi, invero, oltre al fatto accennato dell'ingrossamento dei nuclei delle cellule vascolari, per cui ne avvenivano restringimenti del lume loro ed ostacolo al corso del sangue, son da notarsi altri mutamenti di cui quello non è che il principio. All'ingrossamento del nucleo succedeva infatti un accrescimento maggiore del suo diametro nel senso della lunghezza e larghezza del vaso capillare, nel mentre la sporgenza sua si faceva sempre più pronunziata in fuori, di maniera che nei punti in cui prima vi era un restringimento del lume del capillare ora vi è una dilatazione, e un relativo restringimento nell'intervallo fra i nuclei così modificati. Ciò mi fece fin dapprima pensare, che la parte più centrale, e vicina al nucleo, di ciascuna cellula endotelica, per l'accresciuta attività nutritiva di esso veniva riacquistando caratteri embrionali, e per la conseguente diminuzione della sua consistenza cedeva alla pressione del sangue, e perciò il nucleo mostrasi ora più largo nel senso delle maggiori dimensioni della cellula endotelica rispettiva, la quale vedesi distesa nella sua parte centrale e prossima al nucleo. Il relativo restringimento poi negli intervalli credetti dovesse attribuirsi alla parte più periferica delle cellule vascolari, che conservava ancora la sua primitiva consistenza. E di ciò mi parve si trovasse la ragione nel fatto, che nei capillari maggiormente alterati non si riscontrava più quello alternarsi di restringimenti e dilatazioni, ma erano essi uniformemente ectasici; e se irregolarità si osserva nella dilatazione loro, dev'essa essere attribuita a più profonde ed estese

alterazioni della parete vascolare. Infatti, osservando attentamente i nuclei vascolari nello stadio di avanzata alterazione scorbutica dei capillari, si vede che essi, benché più larghi, hanno perduto della loro grossezza, e guardati di coltello — quando il fuoco della lente corrisponde al mezzo della loro larghezza — non si mostrano più che come un lieve ingrossamento della linea che indica la parete vascolare, ed anche questa ora non è omogenea, ma interrotta da granuli più rifrangenti. Il nucleo poi, guardato di fronte, apparisce molto trasparente — essendo anche poco colorabile dal carminio e dall' ematossilina — pochissimo granuloso è sparso di punti chiari, come di sostanza ialina, lucenti alcune volte e talora simili a piccoli vacuoli: in breve, alla ipertrofia dei nuclei è succeduta l' atrofia loro. Ma non in tutt' i punti si osservano questi soli fatti, non essendo raro di trovare che all' ingrossamento del nucleo fa seguito la sua scissione, come dimostra l' esistenza di due nuclei vicinissimi fig. 2ª e 3ª; e questi due nuclei poi nella progressiva alterazione vascolare si riscontrano egualmente atrofici, fig. 5ª e 7ª. Inoltre il processo neoformativo non si è arrestato all'ingrossamento e proliferazione nucleare; poiché non è infrequente trovarvi la neoformazione di vasi avente origine dal primo fatto: l' ingrossamento del nucleo; dal quale si vede partire una piccola massa di sostanza colorabile, prolungarsi a guisa di gemma e dar luogo così all' origine di nuovo vaso, che quello mette in comunicazione con altro vicino, come precisamente si verifica nella neoformazione vascolare terziaria.

Essendomi avvenuto di vedere abbastanza chiaramente, in questo processo, la maniera onde sviluppasi la nuova parete vascolare, mi par bene di riferire qui questa osservazione, che potrà servire, se non ad altro, ad avvalorare e confermare quanto da altri è stato veduto. La gemma protoplasmatica, che indubitatamente proviene dal nucleo ingrossato, si estende in fuori in uno spazio lacunare del connettivo, che col metodo di preparazione da me tenuto — tintura col picro-litio-carminio seguita da quella col carminio boro-alluminoso e dalla conservazione in glicerina eosinica — ho potuto vedere essere in precedenza dilatato. Quella gemma poscia si prolunga fino ad incontrarsi e fondersi con altro prolungamento protoplasmico derivante dalle cellule endoteliche, o connettivali fisse, che stanno in dette lacune. In tal maniera si costituisce un cordone protoplasmatico esteso, attraverso la lacuna, da uno ad un altro capillare, o da un punto ad un altro del medesimo, ed in cui, per la quasi uniforme imbibizione carminica, difficilmente si distinguono i nuclei delle cellule vascolari e connettive, da cui esso ebbe origine. Questo cordone viene di poi incavato dai globuli sanguigni che dai rispettivi capillari a poco a poco vi s' insinuano, dilatando così il canale plasmatico, in cui esso è contenuto, dap-

prima a forma di cono partendo dal capillare, e poscia in uniforme canale attraversando successivamente le lacune. Il protoplasma, così disteso ed applicato alla superficie del canale lacunare, viene a formare una parete isolata e continua, in cui ora, pel suo espandersi in sottilissima membrana, sono distinguibili i nuclei provenuti da proliferazione dei preesistenti; giacchè tal parete non s'imbeve che poco della tintura carminica e non la ritiene sotto l'azione degli acidi; si può bensì tingere colla tintura ematossilica acida, seguita dalla lavatura in soluzione boracica.

Non ho voluto dir nulla di nuovo, riferendo questa osservazione; ma solo precisare, giacchè mi è avvenuto di vederla chiaramente, la doppia origine del protoplasma onde si forma la nuova parete vascolare, e confermare la dilatazione dei canali plasmatici, iniziata — com' ebbe ad osservare il Foà — dal liquido escito dai capillari per l'aumentata pressione intravascolare, continuata dal prolungarsi del cordone protoplasmico e compiuta dal passaggio dei globuli rossi del sangue.

Dalla osservazione microscopica dell' epiploon del cane scorbutico che ha dato argomento a questo mio studio isto-patologico, e più da quella degli epiploon di due uomini affetti e morti di scorbuto — osservazioni che ho istituite allo scopo di confermare o meno quanto mi era avvenuto di rilevare circa le alterazioni vascolari nel cane — ho potuto convincermi che le lesioni nutritizie degli elementi costitutivi la parete dei capillari, accennanti ad un processo di natura progressivo, mutavansi, coll' avanzarsi del morbo, in alterazioni dipendenti da processo di natura opposta. Queste alterazioni, poco pronunziate per la diversa natura loro nel cane, la cui morte, come ho detto, fu cagionata dal vomito incoercibile e non dalle lesioni scorbutiche che non erano gravi, le ho trovate a gradi diversi nei capillari dell' epiploon dei due uomini scorbutici.

Nella fig. 4, ho ritratto un vaso capillare epiploico del cane, in cui i nuclei vascolari sono manifestamente atrofici, conservando quasi la stessa lunghezza — veduti di profilo — ma molto diminuita è la grossezza loro; e tal fatto rilevasi chiaramente paragonando questa figura colla 1ª, 2ª e 3ª, quantunque nella 2ª e 3ª vi ha di già una progressiva diminuzione paragonata colla 1ª, ben tenendo conto degl' ingrandimenti diversi coi quali questa e quelle sono state ritratte. Si vede inoltre chiaramente che l' ingrossamento dei nuclei raggiunge un massimo indicato nella fig. 1ª, al quale segue la scissione di alcuni di essi, fig. 2ª, ma i nuovi nuclei che ne derivano non s' ingrossano più, sibbene vanno gradatamente atrofizzandosi, perdono, cioè, del loro volume per cui si fanno sempre più piatti e trasparenti e meno colorabili dal carminio, rimanendo quasi della stessa larghezza; e guardati di prospetto mostrano dei vacuoli e una notevole diminuzione della sostanza cromatica.

Nella fig. 5ª, in cui è ritratto un capillare del fegato dello stesso cane, quest' ultimo fatto è molto bene visibile: i nuclei sono quasi affatto decolorati, e pochissimi granuli si osservano in essi tinti dall' ematossilina. Notasi pure in questa figura la irregolare e molto pronunziata ectasia del capillare. Pur sapendo quanto è comune l' osservare simili irregolari ectasie nei capillari sanguigni del fegato, nelle varie affezioni circolatorie di quest' organo, e quanto è facile, per la disposizione a rete dei capillari, di ritenere come ectasia ciò che può benissimo dipendere dalla direzione del taglio per le sezioni microscopiche, ho voluto nondimeno figurare uno di tali capillari, la cui dilatazione ha qualche cosa che non si osserva così frequentemente in fegati affetti da altra malattia, e perchè qui appare meglio l' atrofia dei nuclei delle cellule vascolari.

Ma dove l' atrofia dei nuclei e l' ectasia dei capillari raggiunge un grado molto avanzato è negli epiploon dei due uomini a cui ho sopra accennato, e nei quali lo scorbuto ha potuto progredire nel suo sviluppo e condurli a morte. Già dalla forte stasi trovata nelle vene e dal gran numero di punti emorragici osservati negli epiploon di questi due scorbutici, in uno di essi specialmente, entrai nel sospetto che le lesioni vascolari osservate nel cane, dovevano ancora trovarsi e più gravi in questi. E così realmente era, poichè, come mostrano le fig. 6ª 7ª, nelle quali ho ritratti due punti che dimostrano assai meglio la caratteristica alterazione vascolare scorbutica segnalata nel cane, l' ectasia dei capillari è maggiore ed anche più irregolare, fig. 6ª; e corrispondono queste dilatazioni per lo più al luogo dove trovasi uno o più nuclei delle cellule endoteliche vascolari. Di questi nuclei poi alcuni sono più grossi, altri in via di atrofia; corrisponderebbe questo stadio di alterazione quasi a quello indicato dalle due fig. 4ª e 5º. Notavansi inoltre in varie parti di questa membrana l' ingrossamento e l' attivissima proliferazione delle cellule fisse o endoteliche dei fasci e delle trabecole connettivali, *a*, con infiltrazione di leucociti e piccole emorragie per diapedesi lungo il corso dei capillari e delle vene, *b*. Nella fig. 7ª l' ectasia del capillare ivi figurato è molto più notevole e regolare, ma la atrofia dei nuclei è assai più pronunziata, onde in alcuni punti essi sono quasi scomparsi. Il lume del vaso è in gran parte occupato da un coagulo, nel quale non è possibile di riconoscere più alcun globulo rosso del sangue, ed è formato da una massa granulosa, in alcuni punti più trasparente con pochi granuli nerastri, in altri più oscura per cumuli di pigmento. Nel coagulo inoltre vi si osservano alcune grosse cellule con nucleo appena appariscente, nel preparato, pel suo contorno e scarsissima sostanza cromatica; poco appariscente pure era il protoplasma, tanto che sarebbe sfuggita la presenza di tali cellule all' osservazione, se non avessi ricercato più attentamente quegli spazi chiari nella massa del coagulo. Di che

natura siano e donde abbiano avuto origine queste cellule non posso affermarlo; sono indotto però ad ammettere che le cellule endoteliali ingrossate siansi distaccate dalle pareti delle piccole arterie e portate dalla corrente del sangue nei capillari.

Tutti questi fatti dimostrano una avanzata alterazione della parete dei vasi capillari per atrofia degli elementi istologici costitutivi seguita alla dilatazione vascolare, la quale a sua volta è stata preceduta da ingrossamento e proliferazione dei nuclei delle stesse cellule vascolari.

Qui debbo ricordare che prima di me, e fin dal 1878, Usckow (1) ha osservato, negli scorbutici, la tumefazione più o meno forte dell'endotelio dei vasi capillari e delle piccole arterie, il lume vascolare accresciuto e completamente obliterato da accumoli di globuli rossi o bianchi, a cui, senza apparente rottura delle pareti vascolari, segue uno stravaso di globuli rossi che si trasformano in pigmento. Ha veduto inoltre le cellule endoteliche distaccate dalla parete delle arterie nei punti in cui esistono i coaguli rossi. Da questi brevi cenni sulle alterazioni vascolari nello scorbuto, pare che l'A. attribuisca la coagulazione del sangue nelle piccole arterie, e l'obliterazione e forse anche la dilatazione vascolare alla tumefazione delle cellule endoteliali, e ritenga come un fatto secondario la stasi nei capillari.

La neoformazione di vasi sanguigni, trovata nell' epiploon del cane, non ho potuto vederla in quello di uno dei due uomini scorbutici, e qualche indizio di essa soltanto ho rilevato nell' epiploon dell' altro dal fatto che i capillari dilatati, in qualche punto della loro parete, avevano un diverticolo che si prolungava in forma conica in un canale plasmatico, ma gli elementi endoteliali in questo contenuti non mostravansi punto mutati per maggior elaborazione di protoplasma nè per scissione nucleare.

Parmi, per le speciali condizioni circolatorie in cui trovavasi il sistema capillare sanguigno del cane scorbutico, che tale neoformazione vascolare era evidentemente destinata a compensare l'ostacolo che nei capillari già alterati esisteva al libero passaggio del sangue. Non è quindi fuor di ragione l'ammettere, che dessa sia un compenso teraupetico naturale di cui l'organismo si avvale per la guarigione dello scorbuto, e il credere che così appunto probabilmente avvenga in tutt' i casi di guarigione verificatisi di questa malattia, specialmente se si voglia considerare l' azione di alcuni mezzi teraupetici per essa posti in opra, ed il cui uso fu coronato da felicissimo risultato.

Fra questi mezzi, oltre la buona e stimolante alimentazione, è da ri-

---

(1) Centralblatt f. die medicin. Wissensch. Sechszent. Jahrgang. Berlin 1878.

cordare l' *idroterapia*, con accorgimento e gradatamente adoperata da varii clinici, i quali hanno ottenuto molte guarigioni. Il Mazzotti (1) infatti ebbe a lodarsi di tal metodo di cura, come pure Costetti e Putti, che prima di lui, com' egli stesso riferisce, ebbero a metterla in uso anche con risultati soddisfacentissimi. L' idroterapia appunto, adoperata da questi distinti Clinici allo scopo di combattere l' atonia dei nervi vascolari e trofici — la quale per il Costetti specialmente ha grande importanza nella patogenesi dello scorbuto — e per curare lo stato di adinamia e di torpore che si verifica negli scorbutici, poiché accrescendosi il tono vascolare si accelera la circolazione periferica e così si evitano le dannose conseguenze delle iperemie passive; l' idroterapia, dico, a me pare che favorisca la neoformazione vascolare, di cui ho detto. E precisamente perché, oltre all' accrescere il tono vascolare per cui la circolazione si fa più attiva, essa favorisce pure per questo mezzo l' affievolito ricambio materiale, tanto degli elementi vascolari, i quali così ripigliano le loro proprietà biologiche normali, quanto degli elementi connettivi esistenti nelle lacune plasmatiche, e gli uni e gli altri, stimolati, entrano in una maggiore attività nutritiva e formativa, e concorrono alla neoformazione dei vasi, nei quali per l' aumentato impulso arterioso il sangue penetra e così apronsi nuove vie alla circolazione in sostituzione ai capillari alterati ed occupati da trombi. Questo compenso teraupetico però è a credersi che sia molto limitato negli individui vecchi, nei quali perciò non si ottengono che rare ed incomplete guarigioni, e nei casi di scorbuto molto inoltrato, o acuto, o complicato da altre malattie, nei quali infatti l' uso dell' idroterapia ha dovuto sospendersi, perché invece di svanire per esso le lesioni emorragiche, si aggravavano e moltiplicavansi. Questi fatti parmi stiano a provare che, oltre l' aumento del tono vascolare, è necessario che nuove vie si aprano per compensare l' ostacolo circolatorio e si aumenti perciò l' attività nutritiva e formativa degli elementi istologici, indispensabile per la riparazione delle conseguenze emorragiche e distrofiche dei varii tessuti e per la neoformazione vascolare, alla quale contribuiscono gli elementi cellulari del tessuto connettivo. Quindi, senza voler punto menomare l' importanza patogenetica dell' atonia nervosa vasomotoria e trofica nello scorbuto, credo debbansi prendere in considerazione, come di eguale importanza, le suddescritte alterazioni vascolari, e riconoscere nella formazione di nuovi vasi un naturale compenso terapeutico diretto a riparare all' ostacolo circolatorio — esso stesso causa aggravante dello stato di denutrizione — e nell' uso dell' idroterapia un valevole mezzo che la favorisce,

---

(1) Dell' Idroterapia dello scorbuto. - *Bollettino delle Scienze Mediche di Bologna. - Serie VI. Vol. 22. 1889.*

ripristinando il tono vascolare e l'attività nutritiva degli elementi istologici.

Nelle lesioni vascolari osservate a me pare potersi riconoscere un'altra causa, di pari importanza che la discrasia chimica, del maggior numero di alterazioni funzionali ed anatomiche che vedonsi avvenire e stabilirsi nell'organismo degli ammalati di scorbuto: dalla palpitazione cardiaca alle multiple emorragie, dalla cachessia alle ulceri, dalla stanchezza ai molteplici disturbi funzionali, su di che non è d'uopo che ulteriormente m'intrattenga; e dopo aver descritto come meglio ho potuto i fatti osservati credo di potere, concludendo, con molta probabilità ammettere:

1° Che per la particolare discrasia scorbutica — o per la possibile esistenza nel sangue di qualche elemento, chimico o morfologico, specifico — avviene una irritazione nutritiva e formativa delle cellule vascolari dei capillari sanguigni, manifestantesi prima coll'ingrossamento nucleare, a cui segue il rammollimento e la distensione della parte centrale di ciascuna cellula endotelica, e poscia coll'atrofia del nucleo e assottigliamento e distensione totale delle cellule stesse.

2° Che l'effetto prodotto dall'ingrossarsi dei nuclei sta nei multipli restringimenti, ad intervalli quasi uguali, dei capillari; e quello prodotto dalla distensione parziale delle cellule endoteliche, nelle ectasie nei punti del vaso dove prima eravi diminuzione del lume, separate da intervalli di relativo restringimento, il quale poscia scompare pel dilatarsi uniforme di tutta la parete vascolare.

3° Che il disturbo circolatorio, fin dal principio è prodotto dall'ostacolo posto al passaggio del sangue dai nuclei ingrossati, in cui avvengono aumento di pressione e fatti di collateralità fino alla neoformazione vascolare, con notevole stasi e coagulazione del sangue nelle vene.

4° Che il rallentamento circolatorio continua anche dopo la dilatazione parziale o totale dei capillari, prima dovuta alla ineguale ampiezza del lume e dopo alla notevole distensione e sfiancamento della parete.

5° Che le suddette alterazioni dei vasi debbono necessariamente modificare le loro proprietà chimico-biologiche e per conseguenza il reciproco rapporto nutritivo della parete vascolare col sangue, donde l'attuarsi delle condizioni favorevoli alla sua coagulazione, e quindi parziali o totali trombosi non solo nelle vene ma anche nei capillari, a cui succedono emorragie, atrofie, rammollimenti, degenerazioni, processi ulcerativi ecc.

6° Che i disturbi funzionali e nutritivi, che negli scorbutici si stabiliscono per le alterazioni specialmente dei vasi capillari sanguigni, possono in condizioni favorevoli di età, di ambiente e di appropriata dietetica guarirsi naturalmente per la neoformazione di vasi capillari; la quale, favorita dall'idroterapia giudiziosamente applicata, compensa l'ostacolo circo-

latorio e ristabilisce l'attività nutritiva e formativa dei varii tessuti, per cui si riparano le lesioni emorragiche ed ulcerative.

Dirò ora brevemente di alcuni esperimenti fatti, injettando nei sacchi linfatici delle rane soluzioni dal 7 al 10 per 100 di cloruro di sodio, nei quali, sebbene istituiti per altro scopo, avendo avuto per risultato alterazioni del sangue e dei capillari sanguigni che han molta analogia con quelle osservate nello scorbuto, mi è sembrato che siano di qualche importanza relativamente all' etiologia e patogenesi di questo morbo.

Com' è noto, il Prussak, fin dal 1867, pubblicava l' osservazione da lui fatta che, injettando soluzione di sal comune nei sacchi linfatici delle rane, ne avveniva abbondante diapedesi; ma l' importanza di questa osservazione venne contraddetta da Cohnheim e da altri.

Il Cohnheim a sua volta osservava, che nelle rane tenute lungo tempo in prigionia, molto ordinariamente sogliono accadere spontanee emorragie puntiformi e a strie, emorragie che, secondo lui, possono perciò chiamarsi scorbutiche.

A me pure era più volte avvenuto ripetendo, nell' insegnamento della patologia, l' esperimento del Prussak, di ottenere quasi sempre l' emorragia per diapedesi, tanto in rane di fresco pescate, quanto in quelle da vario tempo tenute in prigione. Volendo però ora accertarmi se in queste ultime le emorragie preesistevano alle injezioni di sale, esaminai molte rane tenute da 6 a 10 mesi in cattività, e in poche ho trovato strie emorragiche nei muscoli adduttori delle cosce, e le ho vedute mancare in alcune estremamente dimagrate; invece in quelle pescate da pochi giorni od anche tenute in cattività per uno o due mesi, iniettando della soluzione di cloruro di sodio al $^{10}/_{100}$, e specialmente se in piccole quantità e ripetute per varii giorni, quasi sempre avvenivano multiple emorragie nei muscoli adduttori delle cosce, e in quelli dei lombi, e molto turgidi ed irregolarmente dilatati vedevansi i vasi sanguigni dei muscoli membranosi addominali, specialmente degli inguini, con punti emorragici fra le fibre.

Injettando discrete quantità di soluzione salina al $^{10}/_{100}$ nel sacco linfatico dorsale in rane di fresco pescate, e cioè da una mezza siringa di Pravaz, nelle più piccole, fino ad una siringa intera — un centimetro cubo — nelle più grosse, e ripetendo l' operazione ogni 24 ore, avveniva la morte delle rane dopo 2, 3 ed anche 5 giorni, durante i quali le rane *si gonfiavano*, ed ai lati della lingua ed inferiormente ad essa si notava per lo più un forte edema emorragico che si estendeva per tutto il connettivo sottomucoso della bocca fino alla faringe. Dopo morte, trovavo idrope emorragico nella cavità addominale, e punti emorragici specialmente

nel mesenterio. Infiltrazione edematosa vi era pure nel connettivo sottomucoso dell'esofago e dello stomaco.

Il sangue era sciolto e viscoso, e trattato a fresco colla soluzione di acido borico al 2 per 100, i globuli rossi mostravano assai corti e pochissimo o niente ramificati i prolungamenti della *zooide*, paragonati con quelli osservati nei globuli del sangue della stessa rana prima dell' injezione della soluzione di sale, dal quale risultato si deduce che molta emoglobina era stata disciolta, e perduta dalle emazie.

Coll' esame microscopico del mesenterio nella soluzione dell' 1 per 100 di acido borico, e anche dopo fissato con soluzione all' 1 per 1000 di acido cromico, ho trovato, in quelle rane da pochi giorni pescate, alle quali injettavo ripetutamente piccole quantità di soluzione salina, che i nuclei delle cellule vascolari dei capillari dopo 24 o 36 ore erano già ingrossati, e la parete dei vasi irregolarmente ectasica, ed inoltre discreto stravaso di globuli per diapedesi.

Nelle rane tenute per 2-6 mesi in prigionia, e assoggettate alle stesse ripetute e piccole injezioni, l' edema non era tanto forte ed esteso, ma invece più numerosi i punti emorragici. I vasi capillari dopo 2-5 giorni li ho trovati irregolarmente e fortemente ectasici, turgidi di sangue e i loro nuclei atrofici, come si vede nella fig. 10. In due di queste rane a cui, per trauma esercitato da un laccio agli arti posteriori, si era ivi formato tessuto di granulazione a riparare la lesione di continuo, dopo due injezioni di sale nel sacco linfatico, quel tessuto divenne più rosso e sparso di punti emorragici, i vasi capillari assai dilatati divennero bene appariscenti all' osservazione con lente semplice di ingrandimento. Nel sangue contenuto nei capillari e nelle piccole vene non era possibile, se non in qualche punto soltanto, distinguere i globuli rossi che apparivano fusi in una massa giallo-rossastra. Anche nell' esame a fresco del sangue, specialmente delle rane in cui per injezione di maggior quantità di soluzione salina erano avvenuti estesi edemi, i globuli rossi vedevansi come agglutinati fra loro, onde ne risultava una massa viscosa con inclusivi i nuclei di quelli. Lo stesso osservavasi nelle vene mesenteriche.

Tutti questi fatti, a cui altri potrei aggiungere di origine diversa e che troveranno meglio posto nella trattazione di altro argomento, parmi siano importanti, se non per altro, per la ragione che dimostrano la reale importanza etiologica dell' abbondante e prolungato uso del sale di cucina nella patogenesi dello scorbuto, come avveniva nei tempi andati pei lunghi viaggi marittimi, in cui per alimentare l' equipaggio si faceva uso di carni salate, e altre sfavorevoli circostanze igieniche vi si associavano. Infatti dal risultato di questi pochi esperimenti si rileva come l' uso del sale nelle rane di fresco pescate, ed injettato in relativamente grande quantità ha pro-

dotto edemi rilevanti ed estesi, ed anche emorragie attribuibili più alla rapida soluzione del sangue, quantunque non mancassero le alterazioni delle pareti dei capillari. Nelle rane invece, tenute in cattività ed a digiuno per più mesi, se una injezione forte di soluzione salina le uccideva in poche ore, più injezioni piccole e ripetute per vari giorni inducevano quasi le stesse alterazioni delle pareti dei capillari osservate nei casi di scorbuto, e cioè ingrossamento dei nuclei delle cellule endoteliche vascolari seguito dalla atrofia loro, lievi edemi e numerosi punti e strie emorragiche, specialmente nei muscoli. Vengono quindi questi fatti, presi tutti insieme, a conferma di quanto oggi giustamente si ritiene come accertato intorno all' etiologia e patogenesi dello scorbuto: che non una, ma molteplici cause, e nelle più sfavorevoli circostanze al compimento della normale nutrizione dell' organismo, possono dar luogo allo sviluppo di questa malattia.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1ª Vaso capillare sanguigno dell' epiploon di cane scorbutico. Ingr. 750.
Si vedono i nuclei delle cellule vascolari molto ingrossati e sporgenti all'interno, per cui il lume del capillare in corrispondenza di essa è ristretto.

Fig. 2ª Trabecola epiploica con vaso capillare. Ingr. 350.
I nuclei del capillare sono ingrossati, ed uno di essi vedesi scisso in due. Il vaso capillare presenta delle parziali ectasie in corrispondenza dei nuclei.

Fig. 3ª Vaso capillare dello stesso epiploon. Ingr. 250.
La scissione nucleare è più progredita, e le ectasie più numerose e meglio pronunziate.

Fig. 4ª Trabecola epiploica dello stesso cane. Ingr. 600.
Atrofia dei nuclei delle cellule vascolari.
a) Cellule fisse connettive moltiplicatesi nelle lacune plasmatiche e globuli bianchi infiltrati.

Fig. 5ª Fegato dello stesso cane. Ingr. 500.
Vaso capillare con ectasie irregolari e molto pronunziate e coi nuclei atrofici scarsi e finissimi granuli di sostanza cromatica.

Fig. 6ª Trabecole epiploiche di uomo scorbutico con abbondante infiltrazione di leucociti. Ingr. 150.
a) Vaso capillare con parziali e forti dilatazioni.
b) Cellule endoteliali moltiplicate e formanti un tessuto di piccole cellule, con globuli bianchi e rossi infiltrati.
c) Noduli emorragici lungo il decorso dei capillari.

Fig. 7ª Trabecola epiploica di altro uomo scorbutico, con abbondante infiltrazione di leucociti. Ingr. 430.
Il vaso capillare è assai e quasi uniformemente dilatato, coi nuclei in avanzata atrofia, e contenente un coagulo granuloso con macchie pigmentarie più o meno cariche. Nel coagulo si vedono incluse delle cellule rotonde.

Fig. 8ª Vasi capillari dell' epiploon del cane scorbutico, del diametro di μ 8-10, contenenti coaguli fibrinosi primitivi. Ingr. 200.

Fig. 9ª Vasi capillari e piccola vena dello stesso epiploon. Ingr. 200.
a) Piccola vena di μ 18; si vede l' origine di un trombo che si prolunga nei rami venosi più grossi.

Fig. 10ª Vasi capillari e piccola vena del mesenterio di una rana alla quale erano state praticate varie injezioni di soluzioni di cloruro di sodio nel sacco linfatico dorsale. Ingr. 180.

Fig 1
Fig 3
Fig 5
Fig 2
Fig 6
Fig 4
c
b
b
a
a
Fig 7

V. Colucci

INDICE

MEMORIE

DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

SERIE V. — TOMO II

Fascicolo Quarto.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1892

RUDIMENTI DI UN PIEDE

SIMULANTI UN TUMORE OSSEO SOTTOCUTANEO

AL DAVANTI DEL CARPO SINISTRO DI UN PULEDRO

MEMORIA

DEL

PROF. ALFREDO GOTTI

(Letta nella Sessione del 24 Aprile 1892).

(CON UNA TAVOLA)

Se non mancano osservazioni raccolte negli animali domestici di dupplicità di un intero arto o di una porzione di esso (melomelia) abbastanza ben distinti dall' arto normale, con una regione del quale stanno in rapporto; invece non é comune l' incontrare casi nei quali questa specie di mostruosità sia solo accennata dalla presenza di alcune parti, che per la loro forma e posizione appena si lasciano riconoscere per elementi componenti un piede.

Il più delle volte simili casi debbono essere passati inosservati e non essere stati riconosciuti per mostruosità; almeno ció mi par lecito di ritenere, stantecchè non ho trovato che da altri ne sia fatto cenno.

Il caso che mi é occorso di osservare, che é appunto una mostruosità allo stato rudimentale, mi é sembrato degno di essere studiato e descritto, perchè interessante per la sua rarità ed anche di qualche importanza dal punto di vista clinico per la forma e i caratteri che presentava, nonché per la sede.

Nel febbraio dello scorso anno il Sig. G. C. di qui, mi faceva esaminare in questa Clinica Veterinaria un puledro, stato allevato in un suo tenimento e che presentava un grosso tumore al davanti del carpo sinistro.

Portava questa deformazione fin dalla nascita e non produceva nocumento ai movimenti del corpo, solo costituiva una bruttura che deprezzava alquanto il puledro.

All' occhio il carpo si presentava assai deformato nella sua faccia anteriore, mentrecchè e ai lati e posteriormente niente di anormale riscontravasi.

La pelle del davanti era spinta in fuori da un tumore a superficie rotondeggiante, un poco acuminata al centro, che a tutta prima si sarebbe potuto ritenere un cumulo di tessuto cicatrizio, quale si suole in alcuni casi avere come residuo di gravi ferite lacero-contuse; se la mancanza di qualsiasi traccia di cicatrice alla pelle non lo avesse subito fatto escludere.

Al tatto il tumore sentivasi appena aderente alla faccia interna della pelle e presentavasi così consistente, verso la sua parte centrale, da ritenerlo di natura ossea, mentrecchè al limite periferico la consistenza si accostava a quella della cartilagine o di fibroma duro.

Credetti a tutta prima si trattasse di un fibroma ossificante; ma non nascondo però che mi sorprendeva non poco la sede di esso, l'essere così nettamente limitato dalla pelle che facilmente potevo smuoverlo e seguirlo in tutti i punti, assicurandomi che vi aderiva con un lasso tessuto connettivo; l'avere in oltre una base larga a contatto coi tendini, che scorrono sulla faccia anteriore del carpo, senza aderirvi tenacemente, a modo che con un po' di forza potevo alquanto spostarlo ora da un lato ora dall'altro.

Se, per la completa libertà dei movimenti dell'articolazione, riesciva relativamente facile il riconoscere che questo tumore colla sua base non interessava la capsula articolare o i tendini dei muscoli esteriori del corpo e delle falangi, invece non mi fu possibile di stabilire con sicurezza se semplicemente fosse a contatto od invece fosse fuso o meglio facesse corpo colle guaine dei tendini anzidetti.

Quest'ultimo dato assai importante dal punto di vista chirurgico, rimanendo incerto, non permetteva di pronunziarmi con sicurezza sull'esito finale dell'operazione, poiché nel caso sfavorevole che cioè fra la base del tumore e le guaine tendinee vi fosse esistita una aderenza forte, potevano, per la apertura delle guaine, che sarei stato obbligato di interessare nell'estirpare il tumore, risaltarne conseguenze gravi; come avevo veduto succedere altre volte nelle lesioni di continuità interessanti queste guaine; poiché nel cavallo non si può mai avere fiducia completa nella medicatura antisettica per le difficoltà che si incontrano a mantenere esattamente in posto le fasciature.

Nonostante ciò, disinfettata con molta cura la regione carpica, lavandola replicate volte con soluzione al sublimato, dopo aver assicurato sulla lettiera il puledro, praticai nel mezzo della faccia anteriore del carpo una incisione longitudinale di 14 cent. circa interessante la sola pelle. Arrestai la emorragia, che con mia sorpresa era notevole dalle arterie cutanee anormalmente grosse, distaccai col bistori prima da un lato e poscia dall'altro i rapporti lassi della pelle col tumore, quindi stirati i due lembi cutanei all'infuori mediante uncini, cominciai ad enucleare la base del tumore procedendo dal basso verso l'alto.

Ben presto m' accorsi che la base del tumore non era fusa colle guaine dei tendini che scorrono sulla faccia anteriore dell' articolazione carpica, ma solo vi aderiva con un denso tessuto uniente che l' occhio però facilmente differenziava dal tessuto fibroso, che forma gli strati esteriori delle guaine anzidette.

Procedendo con cura riescii in poco tempo a togliere tutti i rapporti del tumore. Una disinfezione accurata del campo operativo, l' applicazione di alcuni punti di sutura e una medicatura al sublimato al 2 per 1000 completarono l' operazione.

Dopo quattro giorni tolto il bendaggio, potei rimuovere il maggior numero dei punti di sutura, essendosi ottenuta la riunione di prima intenzione per i tre quarti della lunghezza dell' incisione; il rimanente di essa guarì in altri pochi giorni per suppurazione.

Il tumore estirpato aveva forma press' a poco semisferica, un poco più lungo (8 cent.) che largo ($6^1/_2$ cent. circa). La sua superficie è costituita dovunque da tessuto fibroso densissimo, quasi della consistenza del tessuto tendineo.

Comprimendolo su diversi punti, le dita, sotto l' involucro fibroso, ricevevano la sensazione di una resistenza ossea.

La parte semisferica anteriore del tumore presentava qua e là delle lievi ondulazioni, la parte posteriore invece aveva una superficie regolarissima dolcemente infossata.

Fu questa regolarità della faccia posteriore del tumore che unitamente a quanto avevo osservato prima, e al dato importante che la deformazione al davanti del corpo di questo puledro era stata avvertita dal proprietario poco dopo la nascita, che mi fece nascere il sospetto si potesse trattare di qualche anomalia congenita.

Cominciai allora a togliere a poco a poco il denso tessuto fibroso che involgeva da ogni lato le parti più dure profonde, facendovi attorno un involucro che in alcuni punti raggiungeva lo spessore di cinque a sei millimetri.

Con qualche stento, rifacendomi parecchie volte a togliere a piccole porzioni questo tessuto, riescii in fine a mettere in evidenza tutta la parte ossea del tumore, quale ho fatta rappresentare alla grandezza naturale nella tavola annessa a questa Memoria.

Essa è costituita da un assieme di ossetti deformi, che però si lasciano evidentemente riconoscere per parti di scheletro e particolarmente per parti spettanti al piede.

Nella fig. I, che rappresenta la faccia anteriore di questa produzione, è facile il distinguere due parti o regioni; l' una superiore, formata da sette pezzi ossei informi, ma abbastanza ben distinti e in rapporto fra

loro con faccie pianeggianti che, come dimostreró più avanti, presentano qua e là delle piccole porzioni rivestite da cartilagine d'incrostazione; e di una parte sottostante o regione inferiore, cosí deformata e contorta, che non sarebbe stato possibile coll' esame della sola faccia anteriore del preparato di dire che cosa veramente rappresentasse.

È solo esaminando il preparato nella sua faccia opposta (fig. II), che si puó intendere il significato di questa regione inferiore.

Difatti si vede che essa in alto é distinta in tre parti o branche, (lett. *f, g, h,* fig. II) ognuna delle quali corrisponde, col mezzo di una faccetta irregolarmente piana, ad un distinto ossetto della regione superiore. (lett. *b, d, e,* fig. II).

In tal modo riesce facile il differenziare la branca media dalle due laterali.

Queste ultime (*f, h,* fig. II) dopo essersi dirette un poco in basso, si arcuano malamente verso la branca media e con questa si fondono.

La branca interna (lett. *h,* fig. II) dopo essersi fusa colla media non presenta prolungamento alcuno, invece quella esterna (*f*) si continua in basso, ad un tratto si restringe formando come una specie di colletto e poscia finisce in un bottoncino un po' schiacciato (lett. *m,* fig. II).

Esaminando con attenzione il preparato, ho veduto che l'unione delle due branche laterali alla media, con molta probabilità, é avvenuta a livello dei due punti *n, n'* (fig. II); per cui quest' ultima sarebbe rappresentata pure dalla porzione ossea compresa fra questi due punti. Porzione che si dirige dapprima verso la branca esterna (*f*) colla quale si unisce circa al mezzo di sua lunghezza (fig. II, lett. *n*), poscia si ripiega dal lato opposto, formando un angolo quasi retto e dopo essersi ristretta un po' si divide in due prolungamenti (fig. II, lett. *o, o'*).

Uno di essi, il più piccolo (*o*), va in basso e termina in una piccola biforcazione a braccia alquanto divaricate, ineguali fra loro e dirette una verso il lato esterno (il più piccolo) l'altro verso quello interno.

L' altro prolungamento (fig. II, lett. *o'*) corre quasi orizzontale e termina in un grosso rigonfiamento che si unisce all' estremità inferiore della branca interna (*h,* fig. II).

Ora seguendo questi due prolungamenti (fig. II, lett. *o, o'*) nella faccia anteriore del preparato si nota quanto segue:

Al braccio più lungo di biforcazione terminale del prolungamento (*o,* fig. II), che si dirige in basso, vi sta addossato (fig. I, 1, 2, 3) un ossicino che mediante rudimentale superficie articolare e circondato da tessuto fibroso é in rapporto col braccio anzidetto; poscia a sua volta quest' ossicino si congiunge pure per rudimentale articolazione ad un altro ossetto allungato (2) che gli sta sopra e quest' ultimo ad un terzo (3), costi-

tuendo così evidentemente una serie di tre piccole ossa, le quali stirandole si lasciano un poco spostare le une dalle altre.

Al prolungamento orizzontale (fig. II, *o*) infine, fa seguito nella faccia anteriore (fig. I, 4, 5, 6) un ossetto di forma irregolarissima molto arcuato e diretto all' insù a modo che colla sua estremità superiore va ad appoggiarsi a due degli ossetti (fig. I, *l*, *i*) della *regione superiore* del pezzo teratologico.

Questo ossetto alla sua superficie presenta due solchi poco profondi, ma distinti, che accennano ad una divisione primitiva di esso in tre porzioni ossee (fig. I, 4, 5, 6); le quali a differenza di quella della serie precedentemente indicata (fig. I, 1, 2, 3) non sono mobili fra loro, ma fuse e costituenti un solo pezzetto osseo, come si è detto.

La *regione inferiore* quindi di questo preparato, esaminata specialmente nella sua faccia posteriore lascia comprendere che rappresenta i rudimenti dei metacarpi. Delle tre branche che la costituiscono, le due laterali (*f*, *h*, fig. I e fig. II) sarebbero i rudimenti dei metacarpi secondari; quello di mezzo il rudimento del metacarpo principale. Inoltre i due prolungamenti terminali di quest' ultimo sarebbero ognuno in rapporto con una serie di tre pezzetti ossei, che potrebbero rappresentare i rudimenti delle falangi di *due dita*, anomalia che è occorso di osservare abbastanza di frequente nei solipedi domestici.

Interpretato in questo modo il significato di questa *parte inferiore* del preparato, riesciva più facile il capire che le ossette, articolate irregolarmente fra loro, che ne costituivano *la parte superiore* rappresentavano il *carpo*.

Ma non altrettanto facile era il confrontare queste diverse ossette colle ossa carpiche normali, per determinarne l' omologia.

Esaminando le figure I e II si rileva a colpo d' occhio una differenza notevole fra l' una e l' altra per riguardo a questa *parte superiore* del preparato.

Nella figura I che, come ho detto, rappresenta la faccia anteriore del preparato, si determinano con sufficiente esattezza i limiti di sette ossette, che corrispondono ai sette pezzi ossei di cui è formato ordinariamente il carpo nei solipedi domestici; invece nella faccia opposta (fig. II) non se ne mettono in evidenza che cinque.

Fuori di dubbio però il loro numero è di sette, come ho potuto assicurarmene staccando a poco a poco i fascetti fibrosi che nei loro limiti li tenevano uniti e allontanandoli alquanto fra loro.

È avvenuto che due di questi ossetti si trovano del tutto portati nella parte anteriore del preparato. Acquistarono con questa rapporti affatto anormali; ma si mantennero però completamente distinti da essa mediante piccole superfici articolari.

Guardando queste ossette dalla faccia posteriore (fig. II) ho detto che non se ne distinguono che cinque, ma a limiti così netti che riesce agevole il poterne determinare i rapporti fra loro e coi rudimenti dei metacarpi.

Difatti tre di queste ossette carpiche si mettono in rapporto coi rudimenti dei metacarpi.

Quella di mezzo rappresenterebbe il *grande osso* (fig. II, *d*), quella interna (lett. *e*) il *trapezoide*, l' esterna (*b*) l' *unciforme* e seguendo la base dei rapporti che queste tre ossa nelle condizioni normali hanno con quelle dell' ordine superiore, l' ossetto sovrapposto al *trapezoide* sarebbe (*c*) lo *scafoide* e l' altro al lato esterno, sopra l' *unciforme*, il *piramidale*.

Per cui in questa faccia posteriore, mentrecchè il rango inferiore carpico sarebbe rappresentato, come nelle condizioni normali, da tre pezzi ossei per quanto si voglia irregolari per forma e per direzione; il rango superiore ne avrebbe solo due invece di quattro. Gli altri due come ho dimostrato si sarebbero sviluppati a distanza da questi e si trovano, come ho detto, ben distinti sulla faccia anteriore colla quale specialmente uno di questi (il piriforme?) è in rapporto mediante una superficie articolare piuttosto estesa, quantunque irregolarissima.

L' altro pezzo osseo più piccolo e rotondeggiante (semilunare?) è collocato più verso il lato interno, un poco in basso e prende rapporti mobili colla faccia anteriore del trapezoide e in un punto limitato col piccolo prolungamento osseo interno, che ho dianzi detto credere rappresenti i nuclei rudimentali fusi assieme di tre falangi.

La particolareggiata descrizione, che del mio meglio ho fatto di questo pezzo teratologico, senza alcun dubbio assicura che si tratta di un piede allo stato rudimentale. E la particolarità più interessante di esso è quella di essersi sviluppato sotto la pelle in corrispondenza alla regione omologa carpica, mantenendosi da questa del tutto distinta; difatti dalle ossa dell' articolazione carpica era separata dal ligamento capsulare, dai tendini estensori e sue guaine, le quali come dissi in principio, estirpato il tumore le trovai del tutto normali.

Ma a quale varietà teratologica appartiene questo caso? quale ne è stata la genesi?

Per quanto riguarda la prima questione due ipotesi potrebbero essere avvanzate e cioè che questo rudimento di piede rappresenti o un avanzo di un parassita, oppure una mostruosità per eccesso.

La prima ipotesi mi pare poco sostenibile principalmente per il fatto che questi rudimenti di piede erano collocati sopra una regione omologa (carpo) del puledro e d' altra parte in nessuna altra regione del corpo dell' animale si riscontrarono indizi di dupplicità.

Per cui la ipotesi meno lontana dal vero è che si tratti di una mostruosità per *eccesso* riferibile al genere *Melomelus;* con questo peró di speciale e di interessante: che contrariamente a quanto si osserva nei mostri melomeliani, nei quali l'arto o la parte di esso sopranumeraria ha rapporti diretti con qualche regione di quello del portatore, qui invece il rudimento del piede, involto in un grosso strato di tessuto fibroso resistente, non aveva rapporti diretti col carpo del puledro.

In quanto alla genesi infine si potrebbe ritenere, che nello sviluppo iniziale dell' arto il blastema embrionale, che primitivamente lo costituiva, nel differenziarsi abbia esageratamente proliferato negli elementi predestinati a costituire le diverse parti del piede; per cui una proporzione di questo stesso blastema si sia distaccata dal rimanente e che, sviluppandosi in condizioni poco favorevoli, abbia dato luogo alla produzione mostruosa, che ha formato il soggetto del presente lavoro.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Figura I. — Il pezzo teratologico è rappresentato nella sua faccia anteriore e in grandezza naturale.

a piramidale, *b* unciforme, *c* scafoide, *d* grande osso *e* trapezoide, *l* semilunare (?) *i* piriforme (?) *f* metacarpo secondario esterno, *g* metacarpo principale, *h* metacarpo secondario interno.

1, 2, 3 serie di tre ossetti, malamente articolati fra loro e col prolungamento terminale esterno del rudimento del metacarpo principale, che starebbero a rappresentare una serie di tre falangi.

4, 5, 6 ossetto, distinto da due solchi in tre parti corrispondenti al prolungamento terminale interno del rudimento del metacarpo principale, che rappresenterebbe pur esso una serie di tre falangi.

Figura II. — Lo stesso veduto dalla sua faccia posteriore.

a, b, c, d, e f, g, h come nella figura I.

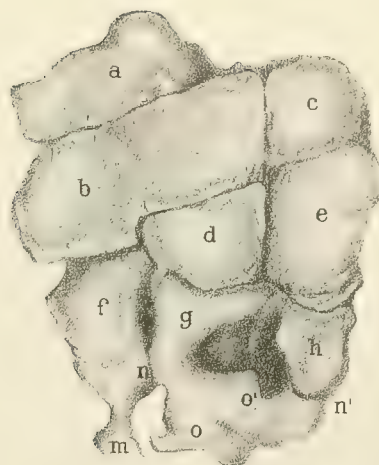
n, n' punti di congiungimento del rudimento del metacarpo principale. coi rudimenti dei metacarpi secondari, esterno ed interno.

o, o' prolungamenti terminali del rudimento del metacarpo principale.

Fig. 1.

Fig. 2.

P. Gregori, dis. dal vero.

Lit. G. Wenk e Figli – Bologna.

FOSSILI RETICI

DELLA MONTAGNA DI CETONA

MEMORIA

DEL DOTT. VITTORIO SIMONELLI

(Letta nella Sessione del 24 Aprile 1892).

(CON UNA TAVOLA)

A cavaliere fra le valli dell'Orcia e della Chiana, presso il confine meridionale della provincia senese, sorge la « Montagna di Cetona » alta 1147 metri sopra il livello del mare. Anello importante della così detta Catena Metallifera, essa a nord si collega con le minori alture di Chianciano, Montepulciano, Petroio, allineate in direzione N. N. O. - S. S. E. fino alla valle superiore dell'Ombrone, ed a sud si protende nei colli di San Pietro e d'Allerona, fino alla valle della Paglia.

In una nota ormai vecchia di quasi mezzo secolo, ma pregevolissima per copia di osservazioni e per esattezza di confronti, Ezio De Vecchi (1) fissava i capisaldi geologici della montagna di Cetona, che le antiche ricerche di Giorgio Santi (2) e del Bastiani (3) avevano appena sfiorata. A quella nota bisogna anche oggi ricorrere, in mancanza di lavori più completi e meglio armonizzanti con lo stato attuale della scienza. — Invano Leopoldo Pilla scriveva doversi ricercare « nel Monte di Cetona i termini più importanti della serie giuraliassica di Toscana (4) » ed invano esortava uno dei suoi discepoli più valorosi a non trascurare di estender le ricerche già fatte in quel luogo, a continuarle con animo libero ed imparziale (5). — Se non fossero i petrefatti giurassici descritti o citati dal

---

(1) Notice géologique sur la montagne de Cetona. Bull. de la Soc. Géol. de France, 2.ᵉ Sér., T. IV, pag. 1079. Paris 1847.

(2) Viaggio secondo per le due provincie senesi. Pisa 1798.

(3) Analisi delle acque minerali di S. Casciano de' Bagni. Firenze 1770.

(4) Discorso recitato nella Università di Pisa, nella occasione di conferimento della laurea in scienze naturali a G. Campani. Firenze, 1847. Pag. 8.

(5) Pilla — L. c.

Meneghini (1), dal De Stefani (2), dal Canavari (3), il delfinoide di Poltriciano (*Orca citoniensis*) illustrato dal Prof. Capellini (4) e le poche notizie stratigrafiche pubblicate dal Verri (5), quella regione parrebbe completamente dimenticata dagli studiosi della geologia toscana.

Secondo il citato lavoro del De Vecchi, la maggior parte della massa montuosa cetonese « et, en quelque sorte, le noyau de la montagne » sarebbe costituita da un calcare compatto o celluloso, in più luoghi dolomitico, non stratificato (6). Questa roccia, identificata dall'A. con il calcare celluloso o compatto, a fossili turricolati indeterminabili, di Vecchiano e Speloncà nei Monti Pisani, veniva in seguito riguardata dal Coquand come inferiore al Lias; mentre il Pilla, pure ammettendone il parallelismo con le dolomie a *Cardium triquetrum* di Monte Godeno in Lombardia, propendeva a mantenerla nel sistema giuraliassico (7).

Nel 1862 il Prof. Capellini pubblicava il prodromo della sua classica monografia sull'Infralias della Spezia (8) fissando, come scrisse il Coquand « d'une manière presque irrévocable, l'âge et la position des terrains jurassiques qui surmontent l'infralias dans l'Italie centrale, ainsi que de ceux qui lui sont inferieurs » (9). Profittò di questi risultati il Campani, e nella memoria che accompagna la sua carta geologica della provincia di Siena dichiarò infraliassico il calcare testè ricordato (10); senza però indicarne esattamente lo sviluppo e la distribuzione, poichè nella carta tinse con il colore del Giura-liassico la maggior parte dell'area occupata dalla montagna, ed accennò l'Infralias soltanto in un'angusta zona del versante orientale, fra Belverde e Camporsevoli.

Illustrando la fauna infraliassica del Golfo della Spezia, il Prof. Capellini ebbe occasione di ricordare varie località toscane ove la presenza

(1) Meneghini e Savi — Considerazioni sulla Geologia stratigrafica della Toscana, p. 391 e seg.ti Firenze 1850.

(2) De Stefani C. — Lias inf. ad Arieti dell'Appennino settentrionale. Pisa 1886.

(3) Canavari M. — Notizia di alcuni Gasteropodi del Lias inf. della Montagna di Cetona; Proc. verb. d. Soc. Tosc. di Sc. nat., Vol. IV, pag. 201. Pisa 1889.

(4) Capellini — Di un'Orca fossile scoperta a Cetona in Toscana; Mem. d. Acc. d. Sc. d. Ist. di Bologna, Ser. IV, T. IV. 1883.

(5) Verri A. — Sulla cronologia dei vulcani tirreni e sulla idrografia della Val di Chiana; Rend. del R. Ist. Lomb., Ser. II, Vol. XI, Fasc. III. 1878. — La Creta e l'Eocene nel bacino del Tevere; Boll. d. Soc. Geol. It., Vol. III, 1884. — Osservazioni geologiche sui crateri Vulsinii; Boll. d. Soc. Geol. It., Vol. VII, 1888. — Note a scritti sul pliocene Umbro-Sabino; Boll. d. Soc. Geol. It.; Vol. VIII. 1889.

(6) L. c.

(7) Coquand — Hist. d. terr. stratifiés de l'Italie centrale; Bull. de la Soc. Geol. de France, 3.e Sér., T. III, pag. 36. Paris 1874.

(8) Capellini — Studi stratigrafici e paleontologici sull'Infralias delle montagne del Golfo della Spezia. Bologna 1862.

(9) Coquand — L. c.

(10) Annuario corografico-amministrativo della provincia di Siena. Siena 1864.

dell' Infralias poteva ritenersi accertata (1). Figura anche Cetona fra queste, ed il calcare compatto del Monte Santo presso San Casciano dei Bagni, e quello di Covicchio vengono sincronizzati con il calcare nero del Tino e del Tinetto. Posso aggiungere, per gentile consenso del Prof. Capellini medesimo, come egli si confermasse in questa opinione visitando nel 1873 la montagna. Nel suo taccuino notava allora come infraliassico anche il calcare grigio cupo, saccaroide, dolomitico di Sferracavalli, e identificava col *portoro* i calcari neri che trovansi associati alle dolomie presso Fonte Vetriana.

Dalle citate osservazioni sembra discordino quelle, assai più recenti, del Prof. Canavari, almeno secondo quanto il Lotti ne riferisce nelle sue « Nuove osservazioni sulla geologia della Montagnola Senese (2) ». « Quanto al calcare cavernoso (così scrive il Lotti) il collega Dr. Cana- « vari, che imprese il rilevamento geologico di quella regione (cioè del « Cetonese) nella decorsa estate, mi assicura non esistere affatto in quella « località. Vi sarebbe bensì un calcare dolomitico, che, per essere inter- « posto a banchi di calcare compatto con fossili del Lias inferiore, deve « indubbiamente riferirsi a questo piano geologico ». È forse in seguito a tale affermazione, che la carta geologica d' Italia, nella scala di 1 : 1,000,000, pubblicata per cura dell' Ufficio geologico nel 1888, indica nel Cetonese soltanto i terreni giuraliassici, terziari e quaternari, dando di frego al lembo infraliassico accennato nella vecchia carta del Campani (3).

Nella primavera del 1890 ebbi la fortuna di essere compagno al dotto geologo Prof. A. Rothpletz in una rapidissima gita sulla montagna di Cetona; ed appunto in quella occasione, lavorando di martello su i calcari bruni o giallicci, distintamente stratificati, che affiorano presso il Varco, raccolsi i primi esemplari della caratteristica *Avicula contorta* Portl. Tornato l'anno scorso nel Cetonese, visitai accuratamente la metà settentrionale della giogana ed in più luoghi rinvenni, con l' *Avicula contorta*, altri avanzi organici peculiari del Retico. E questi io mi accingo a descrivere, benchè siano quasi tutti imperfettamente conservati e poco numerosi in paragone delle ricchissime faune che si scoprirono altrove. — Bisogna ricordare che siamo in Toscana, dove, fatta eccezione dai rari e malconci petrefatti del Monte Pisano e dell' Elba, il Retico non è quasi mai fossilifero; dove, per conseguenza, anche il poco acquista valore e merita studio.

Premetto alla enumerazione dei fossili qualche cenno geologico sulla

---

(1) Fossili infraliassici dei dintorni del Golfo della Spezia, pag. 32. Bologna 1866-67.

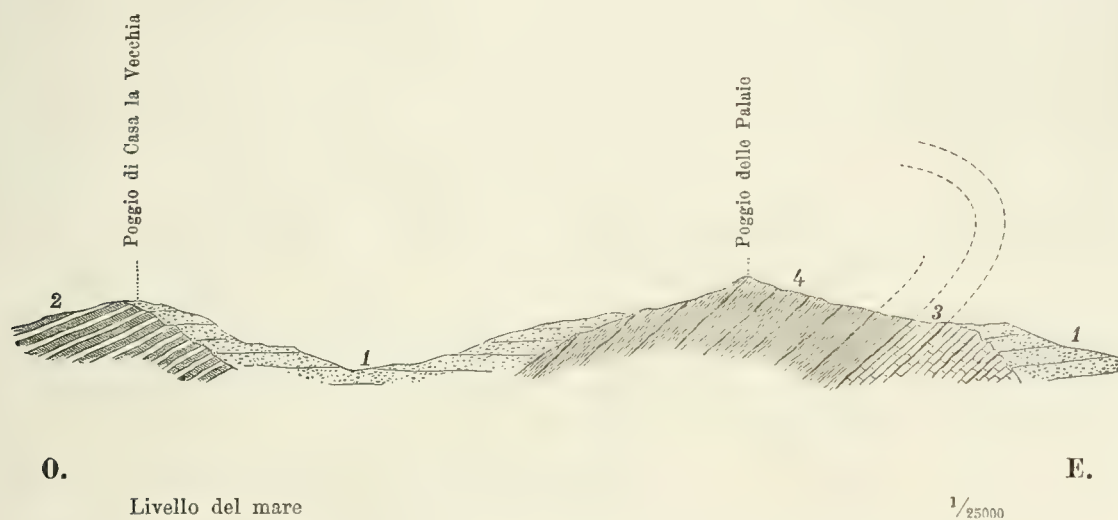
(2) Boll. d. R. Comitato geolog. d' Italia, Serie II, Vol. IX, pag. 356. 1888.

(3) Anche il Verri mette nel Lias inferiore il calcare nero o bigio oscuro del monte di Cetona e di Chianciano. (La Creta e l' Eocene nel bacino del Tevere, Boll. della Soc. Geol. It., Vol. III, 1884, pag. 21).

zona cui fino ad ora si limitarono le mie ricerche, zona che ha per estremo nord il paese di Sarteano, per estremo sud la vetta della montagna. Questo in anticipazione di un lavoro meno incompleto, al quale mi auguro di poter dedicare le prossime vacanze estive.

Tutta la parte assiale della giogana cetonese è costituita da un complesso di strati, che, per correlazioni litologiche e biotiche, debbono, come vedremo, riferirsi al Retico. La folta vegetazione boschiva, che sale fino alla cima del monte, rende malagevole impresa quella di rilevare con esattezza la successione stratigrafica, specialmente per chi dispone di tempo limitato. Nè la presenza dei fossili, che quasi sempre convien raccogliere in pietre fuori di posto, facilita come altrove la ricerca, determinando particolari orizzonti. Di gran lunga prevalgono in questa serie i calcari a finissima grana omogenea, di color grigio scuro, quasi nero talvolta, distintamente stratificati. Più di rado occorrono, in alternanza con questi, altri calcari pure intensamente colorati in bruno, ma grossolani di tessitura e ricchi d'inclusi organici, soliti a manifestarsi nelle superfici da lungo esposte all'erosione: vere lumachelle in certi luoghi, per esempio al Varco, dove sul fondo scuro della roccia spiccano elegantemente innumerevoli gusci di minute bivalvi, tinte in vivo color giallo d'ocra. Le forme cavernose e brecciate, tanto comuni nei calcari retici della Toscana, presentano qui secondaria importanza; possono però citarsi, e son veramente tipiche, quelle del Troscione, del poggio a S. delle Palaie, di Fonte Vetriana ecc. Nella zona ipsometricamente più bassa della serie hanno invece considerevole sviluppo vere e proprie dolomie, ora saccaroidi, tenaci, bianche come la neve, ora disgregate in polvere finissima e tinte in grigio, come la *Dolomitasche* dei tedeschi. Intercalati ai calcari bruni veggonsi spesso letti sottili di schisti calcareo-argillosi (Palaie, Varco ecc.) od anche vere marne cenerognole dure e tenaci (Sferracavalli, presso la Madonna della Tea) che oltre ai fossili macroscopici (*Avicula, Anomia, Chemnitzia* ecc.) includono avanzi mal conservati di foraminifere. — L'apparente spessore complessivo di questa serie può valutarsi a circa trecento metri; la sua direzione sembra mantenersi press'a poco parallela a quella del crinale, poichè segue, con leggerissime deviazioni ad E. e ad O., il meridiano. L'inclinazione, che per lunghissimo tratto si rivela uniforme verso ponente, varia dai 30° ai 40°.

Nella pendice orientale della montagna, dal podere dei Campitelli alla Casetta di Fonte Vetriana, ed anche più oltre verso S., viene a contatto con la massa retica una stretta zona di calcari ceroidi biancastri o cenerognoli, con frequenti sezioni di conchiglie turricolate, fra le quali non è difficile riconoscere la *Chemnitzia* (*Pseudomelania*) *pseudotumida* De Stef., caratteristica in Toscana della più antica zona del Lias inferiore (Piano **A**

del De Stefani). Il Canavari (1) che prima di me visitò la montagna, rinvenne in questi calcari medesimi anche il *Cirrhus ausonius* Sim., che io aveva indicato tra i fossili del Lias inferiore di Campiglia marittima (2). È assai probabile che sia questa la roccia che il De Vecchi designò come « calcaire compacte ou celluleux à fossiles turriculés indeterminables » facendone tutta una cosa con i calcari retici, che appariscono sovrastanti per una importantissima accidentalità stratigrafica. La quale accidentalità, per l' innanzi non avvertita, consiste nel rovesciamento verso E. di tutta la primitiva anticlinale formata dai terreni mesozoici (3). (Vedasi l'abbozzo di sezione qui unito.

Sezione geologica nel tronco settentrionale della montagna di Cetona

1 Pliocene. Conglomerati e calcari a *Lithothamnium.* — **2** Lias medio. Calcari con selce. — **3** Lias inferiore. Calcari ceroidi con *Pseudomelania pseudotumida.* — **4** Retico. Calcari neri, dolomitici, schisti marnosi, lumachelle ad *Avicula contorta.*

Mentre da lungo tempo son noti lo sviluppo e la ricchezza di fossili del Lias medio e superiore nel tronco meridionale della montagna cetonese, e particolarmente nelle alture vicine a San Casciano de' Bagni, questi terreni non appariscono nella regione di cui ci stiamo occupando. Soltanto nella

---

(1) Canavari M. — Notizia di alcuni Gasteropodi del Lias inferiore di Cetona. Proc. verb. d. Soc. Tosc. di Sc. nat., Vol. VI, p. 201. Pisa, 1889.

(2) Simonelli V. — Faunula del calcare ceroide di Campiglia marittima. Atti della Soc. tosc. di Sc. nat., Vol. VI, fasc. I., p. 3, t. XIX, f. 2, 2ª. Pisa 1884.

(3) Son lieto di annunziare che queste mie osservazioni sulla tettonica della M.ª di Cetona vengono pienamente confermate da quelle recentissime dell' Ing. B. Lotti del R. Comitato Geologico. (Nota aggiunta durante la correzione delle prove di stampa).

zona di colline che limita a ponente l'angusta vallecola di Spineta, e precisamente fra Pian Porcelli e Casa alla Vecchia, ho visto affiorare in mezzo all'Eocene strati di calcari bianchi con arnioni di selce e calcari rossi con avanzi di crinoidi, che può ritenersi appartengano al Lias medio, come i noti calcari ammonitiferi di San Casciano. Essendo questi strati diretti N. 25° E., con pendenza verso O., occupano una posizione normale rispetto alla pila retica, cui si addosserebbero se prolungati.

Anche i terreni eocenici fan difetto nella parte centrale e settentrionale della montagna, mentre bene sviluppati s'incontrano nelle colline situate più a N. E., verso S. Bartolomeo, Casa Nanni, Albinaia, Sambuco, Casa alla Vecchia ecc. Son formati dai soliti calcari argillosi e da galestri policromi, con intercalazioni di brecciole e di calcari nummulitici — Roccie ofiolitiche furono indicate in questa zona dal Verri al Poderaccio e nel Fosso Gragnano presso Castiglioncello del Trinoro, e prima ancora dal Santi (1) nei pressi di Sarteano; ma fino ad oggi io non ho incontrato che frammenti erratici di diabase afanitico presso l'Albinaia.

Direttamente sul Retico nelle pendici N. ed O. della montagna, sopra il Lias inferiore nel versante orientale, si adagia il Pliocene, che troviamo portato alla straordinaria altezza di circa 800 metri sopra il livello del mare (Casanuova Ragnini). Al contatto con le roccie più antiche il Pliocene mostra d'ordinario ammassi potenti di ciottolame con ostriche gigantesche e balani, mentre più al largo si succedono calcari a *Lithothamnium* e ad *Amphistegina Targionii* (notati dal Prof. Capellini a Baccaciano fino dal 1873) (2) sabbie ed argille. E queste ultime non sempre decisamente marine; chè son di certo salmastre quelle con *Melania Verrii* De Stef., *Potamides, Ophicardelus* ecc., da me vedute a Belverde e presso le Lame, lungo la vecchia strada che percorre il fianco orientale della montagna, da S. Casciano dei Bagni a Sarteano.

Quaternari in parte ed in parte addirittura recenti sono i travertini che formano l'ampia terrazza su cui sorge Sarteano, e che si protendono anche, in scogliere isolate, verso S. Francesco, Belverde, Tomba la Ghianda. Lungo il corso del Fosso Oriato, presso la Madonna di Buonriguardo ed in varî altri punti appariscono sotto ai travertini dei calcari terrosi giallicci pieni zeppi di molluschi d'acqua dolce, fra i quali ricorderò *Bythinia tentaculata* L., *Succinea putris* L., *Neritina, Planorbis, Lymnaea, Velletia, Cyclas* ecc.

Continua certo anche nell'attualità la produzione dei calcari crenogeni,

---

(1) Santi G. — Viaggio secondo per le due provincie senesi, p. 414. Pisa, 1798.

(2) Capellini G. — Calcare ad Amphistegina, strati a Congeria e calcare di Leitha nei M.i Livornesi. Boll. d. R. Com. geol., Anno VI, 1875, p. 244.

per opera delle acque leggermente termali e mineralizzate che percorrono tuttora l'altipiano sarteanese; come continua, per via degli agenti meteorici, su gran parte della regione calcare tanto pliocenica che mesozoica, la formazione di un altro deposito superficiale, la così detta *terra rossa.*

Tornando ora alla faunula della serie retica, principale obbiettivo di questa nota, dirò innanzi tutto come il materiale studiato provenga in massima parte degli strati calcarei e calcareo-marnosi che affiorano nel fianco orientale della giogaia cetonese, fra la Casetta di Fonte Vetriana ed il podere delle Palaie. Quivi prevalgono nella zona più elevata i molluschi (*Avicula, Mytilus, Schizodus, Leda* ecc.); inferiormente gli antozoari e i brachiopodi (*Thechosmilia, Rhynchonella*). Molto meno numerosi ed anche peggio conservati sono i fossili raccolti nelle marne schistose di Sferracavalli, lungo la strada che da Sarteano conduce a Radicofani. Nessuna traccia sicura di avanzi organici mi offersero finora i calcari neri apparentemente compatti e quelli dolomitici.

Ho già detto come i fossili di questa zona per lo più s'incontrino alla superficie delle lastre calcaree da lungo tempo esposte all'erosione — Posso aggiungere che ben di rado si ottengono discreti esemplari con la frattura, anche se preceduta da semicalcinazione della roccia. Nemmeno l'artificiale corrosione con l'acqua acidulata, che attacca indifferentemente pietra e petrefatti, può nel caso nostro essere utilizzata per sostituire o per completare l'opera lenta della natura. — Condizioni queste sommamente sfavorevoli ad una esatta interpretazione di quelli avanzi, e tali da scusare le incertezze che ricorrono frequentissime nel mio catalogo.

Cenni descrittivi, figure e citazioni bibliografiche corredano il catalogo stesso; e più che per istruzione altrui, furono aggiunti per giustificare i ravvicinamenti proposti. — Gli esemplari sono depositati nel Museo geologico dell'Università di Bologna, dove, con l'ospitalità generosa offertami dal Senatore Capellini, ebbi mezzi di studio quali invano si chiederebbero ad altri istituti d'Italia.

ELENCO DEI FOSSILI RETICI DEL CETONESE

Pesci.

1. **Sargodon tomicus** Plieninger, 1847, Beitr. z. Pal. Württemb.; Württ. natw. Jahresh., p. 166, t. I, f. 5-10. — Quenstedt, 1858, Der Jura, p. 36, t. II, f. 34-36. — Stoppani, 1860-65, Paléont. lombarde, 3.e Sér. p. 200, t. XXIV, f. 6-7.

S. incisivus, Henry, Infralias de la Fr. Comté, p. 412, t. II, f. 12.

Tav. I, fig. 1.

Un solo dente, con la corona incavata a mo' di sgorbia nella faccia interna, col margine superiore fornito di un debole seno mediano, con la radice molto alta, diritta, cilindrica. — Misura in altezza sette millimetri, dei quali due soltanto spettano alla corona; il massimo diametro della corona è di mm. 3, quello della radice raggiunge appena mm. 2. Corrisponde esattamente all'esemplare descritto e figurato dall'Henry sotto il nome di *S. incisivus.*

A questa medesima specie potrebbe forse venir riferito anche un altro piccolissimo dente, a corona appiattita, ovale-ellittica, lungo mm. 2, largo mm. 1, che si è quasi completamente stritolato mentre cercavo di sezionarlo per l'esame microscopico.

Il *S. tomicus*, così frequente negli strati cloacini della regione estralpina (Württemberg, Inghilterra ecc.) non fu mai, ch'io sappia, citato nel Retico d'Italia. — Anche l'esemplare illustrato dallo Stoppani viene da Matringe in Savoja. — Stando alle osservazioni del Martin (Zone à *Avicula contorta*, p. 194) la specie passerebbe nella zona ad *Aegoceras planorbis* (Remilly sous Sombernon) ed in quella ad *A. angulatus* (Mémont).

Loc. Calcari grigi del versante O. della montagna, fra il Varco ed il podere dei Pozzi.

2. **Lepidotus** (?) sp.

Una squama di figura romboidale, con lo smalto di un bel nero lucido, irregolarmente sagrinata, lunga 4 mm., può ritenersi appartenga a questo genere di ganoidi, per solito ben rappresentato negli strati retici. Fu raccolta anche questa poco lungi dal podere dei Pozzi, in un calcare marnoso grigiastro.

3. **Hybodus minimus** Agassiz sp. (*Acrodus*) 1843, Rèch. sur les Poissons foss., vol. III, p. 145, t. XXII, f. 6-11.

Acrodus acutus Agassiz, op. cit., t. XXII, f. 12-16 (teste Dittmar, Die Contorta-zone, p. 129, 1864).

Un piccolissimo dente, raccolto nel calcare lumachella ad *Avicula contorta* presso il Varco, per la forma naviculare, per l'assenza dei tubercoli terminali e per la superficie liscia, ricorda perfettamente gli esemplari descritti dell'Agassiz sotto il nome di *Acrodus acutus.*

La specie si trova frequentemente citata così nel Retico alpino come in quello dell'Europa centrale e settentrionale. Passa, secondo il Martin (op. cit., I. c.) nella zona ad *Angulati* (Mémont, Côte d'Or.).

Crostacei.

4. **Pollicipes** (?) sp.

Accenniamo con dubbio la presenza di questo genere di cirripedi, che sarebbe unicamente rappresentato da una piccola valva in forma di triangolo isoscele, striata per lungo e per traverso, raccolta nei calcari grigi delle Palaie insieme con la *Dimya intusstriata* Emmr.

Gasteropodi.

5. **Cylindrobullina Meneghinii** Capellini sp. (*Orthostoma*) 1866-67, Fossili infraliassici del Golfo della Spezia, p. 45, t. III, f. 10-11.

Come qualcuno fra i più piccoli esemplari di Marola, che si conservano nel Museo geologico di Bologna, quello del Cetonese raggiunge appena mm. 1,5 di altezza per mm. 0,6 di diametro, riproducendo però tutti i caratteri del tipo. Fu raccolto con altri minuti gasteropodi nei calcari marnosi del Poggio Piano.

6. **Cylindrobullina** sp.

Esemplare troppo mal conservato per consentire la determinazione specifica, ma facile a distinguersi dal precedente per la forma generale meno allungata e per l'ultimo giro munito di un cercine all'angolo posteriore. Altezza mm. 1,5, diametro dell'ultimo anfratto mm. 1.

Loc. Poggio Piano.

7. **Cerithium** cfr. **Hemes** d'Orbigny, 1850, Prodrome, IX.e étage, n.o 128. — Stoppani, 1860-65, Pal. Lomb., 3.e Sér., p. 121, t. XXVIII, f. 11, 12. — Lepsius, 1878, Das Westliche Süd-Tirol, p. 361, t. V, f. 3, *a*, *b*.

Al Poggio Piano, al Varco e presso le Palaie ho raccolto alcuni individui di un piccolo *Cerithium*, che si accordano con le citate figure per le proporzioni, per l'angolo spirale e per la carena mediana degli anfratti. Disgraziatamente la caratteristica scultura della superficie è a malapena accennata.

Il *C. Hemes* fu riscontrato dallo Stoppani negli schisti neri di Bellagio, dal Lepsius nelle argille ad *Avicula contorta* di Val Lorina. Soltanto per equivoco fu citato dal d'Orbigny tra i fossili del calcare rosso ammonitico di Lombardia.

8. **Cerithium sociale** Capellini, 1866-67, Fossili infraliassici del G. della Spezia, p. 36, t. II, f. 8, 9.

Come nei calcari neri della Spezia questa specie s'incontra qualche volta gregaria sulle lastre calcaree del Poggio Piano.

9. **Cerithium** sp.

Piccolissima conchiglia conica, subulata, composta di 7-8 giri mediocremente convessi, distinti da profonde suture, ornati da sei o sette grosse coste variciformi, parallele all' asse della spira, e da sottili filetti spirali che corrono tanto sulle coste come sui frapposti intervalli. Lunghezza mm. 2,5 (circa), diametro mm. 0,6.

L' unico ed incompleto esemplare, per la massima parte imprigionato nella roccia, non si potè ravvicinare ad altre forme note.

Loc. Poggio Piano.

10. **Chemnitzia** cfr. **infraliasina** Stoppani, 1860-65, Pal. Lomb., 3.e Sér., p. 119, t. XXVIII, fig. 1,2.

A questa specie, che ci è nota soltanto per le mediocrissime figure date dallo Stoppani, ravviciniamo taluni modelli raccolti negli schisti marnosi grigi che si frappongono ai calcari neri compatti presso la Madonna della Tea. Nell' esemplare meno mutilato i primi nove anfratti occupano una lunghezza di 10 mm., si svolgono con lento accrescimento sotto un angolo spirale di circa 22°, hanno profilo sensibilmente convesso, e sono ornati da una diecina di varici trasversali.

Trovo la *Ch. infraliasina* citata soltanto negli schisti neri di Vall' Imagna in Lombardia.

11. **Natica ecarinata** Gümbel, 1861, Geognostische Beschreibung d. bayr. Alpengebirges, p. 409.

Giovanissimo esemplare, che misura soltanto mm. 2 di diametro e che per la spira schiacciata e per l' ultimo anfratto rotondato corrisponde alla porzione interna della *N. ecarinata* « planorbisartig, niedergedrükt » quale è descritta dal v. Gümbel.

Loc. Calcari neri marnosi, tra il Varco e i Pozzi.

12. **Turritella (Mesalia) somervilliana** Capellini, 1866-67, Fossili infraliassici del G. della Spezia, p. 40, t. II, f. 15-18.

L' unico frammento riferibile a questa specie è lungo 4 mm. appena, e comprende soltanto i primi sei anfratti. Ricorda in special modo l' individuo ad angolo spirale acutissimo, figurato al n.° 17 della t. IIa, nella citata monografia del Prof. Capellini.

Loc. Poggio Piano, versante E.

13. **Turritella citoniensis** n. f.

Tav. I, fig. 2.

Conchiglia conica, turricolata, allungata, crescente sotto un angolo spirale di 21.° Anfratti proporzionatamente bassi, quasi affatto spianati, di-

stinti da suture molto profonde. L' ultimo giro termina con uno spigolo deciso ed è pianeggiante nella faccia basale. L' apertura è ovale, continua; la columella senza pieghe e senza ombilico. La superficie non conserva alcuna traccia di ornamentazione. Lunghezza mm. 38, diametro mm. 13.

Può paragonarsi alla *T. inornata* Tqm., del *grès* a *Belemnites acutus* di Rémogne (Terquem, Lias inf. de l' E. de la France, 1865, p. 37, t. II, f. 14, 15); questa ha però i giri proporzionatamente più alti, e non presenta nella parte anteriore dell' ultimo anfratto l' angolosità offerta dalla *T. citoniensis*.

Loc. Calcari a *Thecosmilia clathrata* della Palaie.

14. **Neritopsis** sp. ind.

Giovanissimo esemplare che potrebbe essere ravvicinato alla *N. Bombicciana* Cap. dell' Infralias della Spezia, ma che è troppo incompleto per consentire un esame comparativo rigoroso.

Loc. Poggio Piano, versante E.

15. **Trochus** sp. ind.

Sezione longitudinale di conchiglia conica, un poco più larga (mm. 6) che alta (mm. 5,6) a spira crescente sotto un angolo regolare di circa 62.° Anfratti (7?) piani, bassi, a sezione quadrangolare. Base leggermente depressa, col margine acuto. — Ricorda il *T. triangularis* Dittmar (Contorta-zone, p. 145, t. II, f. 4) che ha però maggiori le dimensioni e più acuto l' angolo spirale.

Loc. Calcari a *Thecosmilia clathrata* delle Palaie.

16. **Trochus** sp. ind.

Frammento lungo appena 8 mm., appartenente ad una conchiglia conica, crescente sotto un angolo spirale che sta fra i 30° e i 35°, composta di giri bassi, a profilo piano, angolosi presso la sutura anteriore. — Sembra si tratti di una forma affine al *T. rapidus* Stoppani (Pal. Lomb., 3ᵉ sér., p. 39, t. II, f. 9), ma notevolmente più piccola e più acuta.

Loc. Calcari a brachiopodi delle Palaie.

17. **Phasianella** sp. ind.

Esemplare sporgente solo in piccola parte dalla roccia, distinto dalle forme congeneri note nel Retico, per la debolissima convessità degli anfratti. Misura appena 4 mm. di lunghezza per mm. 1,4 di diametro.

Loc. Lumachelle ad *Av. contorta* del Varco.

18. **Trochotoma praecursor** Stoppani sp. (*Ditremaria*) 1860-65, Pal. Lomb., 3.ᵉ Sér., p. 41, t. II, f. 17, 18.

Tav. I, fig. 3.

Pleurotomaria alpina Winkler, 1861, Oberkeuper, p. 463, t. V, f. 5.

Nell' incompleto e grossolano modello che riferisco a questa specie si ravvisa una conchiglia trocoide, più larga che lunga, composta di quattro o cinque giri che si succedono a gradinata, sotto un angolo spirale regolare di circa 60.° Il profilo degli anfratti offre al terzo posteriore un angolo di 40°, ed uno spigolo vivo limita la base, che é pianeggiante nella angusta zona compresa fra il margine e l' ampia cavità centrale. Alla superficie, specialmente nella parte anteriore dei giri, scorgonsi oscure tracce di cingoli spirali. Mancando, come negli esemplari dell' Azzarola, ogni vestigio dell' apertura respiratoria, dobbiamo accettare con riserva il riferimento di questa specie al genere *Trochotoma*, nel quale, come ha dimostrato l' Hermite (Note sur le g. Trochotoma, Bull. de la Soc. Géol. de France, Sér. III^e, t. V, p. 687, 1887) vanno comprese anco le *Ditremaria* del d' Orbigny. — Dimensioni: altezza mm. 19 (circa), diametro dell' ultimo giro mm. 25.

Loc. Calcari neri a brachiopodi delle Palaie.

Pelecipodi.

19. **Tapes elongata** Moore sp. (*Axinus*) 1861, On the Zones of the lower Lias ecc., p. 503, t. XV, f. 18.

Pullastra elongata Martin, 1865, Zone à *Avicula contorta,* p. 277, t. III, f. 3. — Hébert, 1869, Réch. sur l' age des grés à combustibles d' Helsingborg, Ann. des Sc. Géol., p. 22, t. II, f. 21, 22. — Lundgren, 1888, Öfversigt af Sveriges mesozoiska Bildningar, p. 14.

L' esemplare proveniente dalla lumachella del Varco, al pari di molti altri molluschi di questa regione, si fa notare per le dimensioni tanto ridotte (mm. 7 di diametro antero-posteriore per mm. 4 di diametro umbo-ventrale) che non raggiungono neppur la minima offerta dagli individui del Retico inglese. Per la carena ben pronunziata nella regione posteriore si avvicina piuttosto agli esemplari di Remilly-en-Montagne illustrati dal Martin, che a quelli raccolti dall' Hébert nell' arenaria di Helsingborg.

La specie é largamente diffusa nel Retico e passa nel piano ad *Aegoc. planorbis* (Lumachelle di Saulieu).

20. **Protocardium rhaeticum** Merian sp. (*Cardium*), 1853, in Escher v. d. Linth, Geol. Bemerk. üb. das nördl. Voralb., p. 19, t. IV, f. 40, 41.

Cardium philippianum Quenstedt (non Dunker) 1856, Iura, p. 31, t. I, f. 38. — Stoppani, 1860-65, Pal. Lomb., 3.ᵉ Sér., p. 48, t. IV, f. 18-25.

Cardium nuculoides Stoppani, op. cit., p. 49, t. IV, f. 26-29. (teste Winkler).

Protocardia rhaetica Pflücker y Rico, 1868, Das Rhät in d. Umgeg. v. Göttingen, p. 23.

Tav. I, fig. 4.

Un esemplare, raccolto nei calcari delle Palaie insieme con la *Gervilleia praecursor,* per la pronunziata inequilateralità, dovuta al prevalente sviluppo in lunghezza del lato posteriore, si accosta agli esemplari descritti da Stoppani sotto il nome di *C. nuculoides,* e dei quali il Winkler (D. Oberkeuper, p. 482) fa la var. *elongatum* del *P. rhaeticum.* È ben marcato lo spigolo che muovendo dall' umbone verso il margine postero-ventrale limita l' area coperta dalle costicine raggianti, accennandosi così un passaggio verso il vero *C. philippianum* Dunker.

La forma tipica orbicolare, distinta dal Winkler (op. cit., l. c.) col nome di *C. rhaeticum* var. *rotundatum,* è rappresentata da un modello interno che raccolsi nelle marne di Sferracavalli, e che reca tuttora abbastanza distinte le impronte degli adduttori e della linea palleale. Quest'ultimo esemplare ha circa 10 mm. di diametro, mentre il primo arriva a 5 mm. soltanto.

Il *P. rhaeticum* è rappresentato così negli strati retici a facies sveva (Germania del Nord, Wendelstein, zona a *Bactryllium striolatum* di Lombardia) come in quelli a facies carpatica (Voralp, Wendelstein, Azzarola).

21. **Palaeocardita munita** Stoppani sp. (*Cardita*) 1860-65, Pal. Lomb., 3.ᵉ Sér., p. 56, t. VI, f. 11-18. — Capellini, 1866-67, Foss. infraliass. d. G. della Spezia, p. 55, t. IV, f. 3. — De Stefani. Vorläufige Mittheilung über die rhätischen Fossilien der apuanischen Alpen, p. 5.

Avanzi di *Cardita* si raccolgono abbondantemente al Poggio Piano, alle Palaie, a Sferracavalli e presso la cima della montagna, ma son tutti così mutilati, da rendere impossibile l' apprezzamento della forma complessiva della conchiglia. Però quel che resta dell' ornamentazione rende quasi sicuro il riferimento di essi avanzi alla *C. munita.*

Anche questa specie è comune alla facies sveva ed alla carpatica.

22. **Schizodus triangularis** Hébert, 1869, Réch. sur l' age des grés à combustibles d' Helsingborg, Ann. d. Sc. géol., p. 26, pl. II, f. 28.

Modello di piccola conchiglia triangolare, sensibilmente inequilaterale,

piuttosto rigonfia, con gli umboni alquanto curvati in avanti, angolosa così verso l'estremo anale come verso quello buccale. Diametro antero-posteriore mm. 8, diametro umbo-ventrale mm. 6, spessore mm. 4, angolo apicale 95°.

Corrisponde abbastanza esattamente alla citata figura di Hébert, mentre, per la pronunziata angolosità anteriore si scosta dalla *Nucula* sp. Stoppani (Pal. Lomb., 3.ᵉ sér., p. 131, t. XXX, f. 16) degli schisti neri di Val Ritorta, che, non sappiamo con qual fondamento, l'Hébert medesimo identificava con la specie di Svezia. — Loc. Schisti marnosi di Sferracavalli.

23. **Schizodus Ewaldi** Bornemann sp. (*Taeniodon*) 1854, Üb. den Lias d. Umgegend von Göttingen p. 66.

Opis cloacina Quenstedt 1856, Iura, p. 31, t. I, f. 35.

Schizodus cloacinus Winkler, 1861, Oberkeuper, Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Gesellschaft, Bd. XIII, p. 475, t. VII, f. 6, *a-d*.

Nucula sp., Stoppani, Pal. Lomb., 1860-65, 3.ᵉ Sér., p. 128, t. XXX, f. 16, 20, 21 (teste Dittmar).

Myophoria (*Leda*) *Schiavi* Stoppani, op. cit., p. 128, pl. XXX, f. 27, 29 (c. s.).

Per il notevole sviluppo nel senso del diametro antero-posteriore l'esemplare da noi riferito a questa specie diversifica alquanto dalle forme descritte dal Quenstedt e dal Winkler, mentre piuttosto si avvicina a quella che Stoppani figura sotto il nome di *Leda Schiavi*. Misura in lunghezza 9 mm., e soltanto 6, 5 mm. in altezza.

Loc. Lumachelle del Varco.

24. **Leda clavellata** Dittmar, 1864, Contorta-zone, p. 172. — De Stefani, Vorläuf. Mitth. üb. die rhät. Foss. der ap. Alpen, p. 5.

Indichiamo sotto questo nome specifico, inteso nell'ampia significazione che gli ha dato il Dittmar, parecchie fra le piccole bivalvi di cui son gremite le lumachelle del Varco. Abbondano specialmente le forme che Stoppani ha figurate nella t. XXX della Paleontologia lombarda come *Nucula* sp.

Comunissima negli strati ad *Avicula contorta* delle Alpi, la *L. clavellata* comparisce, secondo il De Stefani, anche a Miseglia, nella regione apuana.

25. **Mytilus minutus** Goldfuss, 1826, Petrefacta Germaniae, t. II, p. 173, tav. CXXX, f. 6.

M. psilonoti non Quenstedt, Stoppani, 1860-65, Pal. lomb., 3.ᵉ Sér., p. 64, t. X, f. 4-5.

Tav. I, fig. 5.

Anche questa specie, una delle più diffuse nella zona ad *Avicula contorta* (1) non è punto rara nei calcari marnosi a lastre delle Palaie. — L' esemplare meglio conservato è una valva sinistra, di forma ellittica, notevolmente allungata e convessa, un poco arcuata, che misura all' incirca 30 mm. secondo l' asse maggiore. Il margine cardinale rettilineo, esteso per una lunghezza press' a poco uguale al semidiametro umbo-ventrale, fa un angolo di circa 130° col margine posteriore; la superficie è ornata di numerose e ben marcate pieghe concentriche. La regione apicale è distrutta.

Il *M. minutus* passerebbe, secondo il Martin, nell'Ettangiano (zona ad *Aeg. planorbis*) e nel Sinemuriano (z.ª ad *O. arcuata*); ma con la costante presenza sua negli strati retici propriamente detti (Pirenei, Alpi, Carpazi, Svezia, Inghilterra ecc.) rimane pur sempre una delle specie più caratteristiche di questi.

26. **Modiola gregaria** Stoppani sp. (*Avicula*) 1860-65, Pal. lomb., 3.ᵉ Sér., p. 70, t. XI, f. 7, 8.

Avicula gregaria De Stefani, Vorl. Mitth. üb. die rhät. Foss. d. apuan. Alpen, p. 3.

Un solo e mal conservato esemplare nelle lumachelle del Varco.

Il Prof. Römer, secondo quanto riferisce il Dittmar (Contorta Zone, p. 164) è d'accordo con lo Stoppani nel riferire questa specie al genere *Avicula*; ma per gli esemplari assolutamente mitiliformi, quali sono quelli rappresentati nelle figure 7 ed 8 della t. XI della Paléontologie lombarde, non saprei davvero accettare questo giudizio, per quanto sia autorevole la fonte onde proviene. Né credo di essere solo a sostenere l' emendamento accennato; poiché ho visto che il Rothpletz, enumerando i fossili dei Kössener-Schichten raccolti al Karwendel (Das Karwendelgebirge, Zeitschr. d. Deutschen u. Oesterreichischen Alpenvereins, 1888, p. 29) cita una *Modiola gregaria* Stopp., che con ogni probabilità si può ritener corrisponda alla *Avic. gregaria* Stopp.

27. **Gervilleia praecursor** Quenstedt 1856, Iura, p. 29, t. I, f. 8-11.

Tav. I, fig. 6.

Una piccola valva sinistra raccolta alle Palaie, nei calcari a *Thecosmilia clathrata*, corrisponde esattamente agli esemplari tipici del Retico alpino.

---

(1) Come le due specie precedenti (*Schizodus Ewaldi, Leda clavellata*) il *M. minutus* è comune alle facies carpatica e sveva, ed anche è notato nella fauna dei *Kössener-Schichten.*

Anche questa specie è quasi sempre rappresentata nelle faune della zona con *Av. contorta* (facies sveva e carpatica). Non fu peró citata mai, per quanto è a mia conoscenza, tra i fossili retici raccolti in Italia.

28. **Avicula contorta** Portlock, 1843, Report on the Geology of Londonderry, p. 126, t. XXV, f. 16. — Stoppani, 1860-65, Pal. lomb., 3.e Sér., p. 68, t. X, f. 15-21. — Capellini, 1866-67, Foss. infraliass. del G. della Spezia, p. 68, t. V, f. 13. — De Stefani, Vorläuf. Mitth. üb. die rhät. Foss. d. ap. Alpen., p. 3.

Tav. I, fig. 7 ed 8.

Si raccoglie in abbondanza tanto nelle lumachelle del Varco come nelle marne grigie intercalate ai calcari neri, fra Sferracavalli e la Madonna della Tea. Gli esemplari riproducono esattamente la forma conosciutissima e la ornamentazione del tipo.

29. **Avicula Deshayesi** Terquem, 1854, Paléontologie de la Prov. de Luxembourg et de Hettange, Mém. de la Soc. géol. de France, Sér. II.e, Vol. 5, p. 315, t. XXI, f. 13. — Capellini 1886-67, Foss. infraliassici del G. della Spezia, p. 65, t. V. f. 1-6. — De Stefani, Vorläuf. Mitth. üb. die rhät. Foss. d. apuan. Alpen, p. 3.

Tav. I, fig. 9.

Tra i fossili raccolti nei calcari grigi del Poggio Piano è rappresentata da individui numerosi ed assai ben conservati una forma che non sapremmo tener distinta dalla *A. Deshayesi* del « Grés d' Hettange », malgrado che le dimensioni degli esemplari cetonesi eccedano di gran lunga quelle indicate dal Terquem, e per quanto le pieghe concentriche siano un po' più grossolanamente scolpite. L'esemplare più completo raggiunge i 43 mm. nel diametro umbo-ventrale.

L'*A. Deshayesi* è già stata indicata nel Retico della Spezia e delle Alpi apuane, e sembra perduri fino all' Ettangiano superiore; l' ho riscontrata io stesso nei calcari ceroidi di Campiglia marittima, appartenenti alla zona dell' *Aeg. angulatum.*

30. **Avicula sarteanensis** n. sp.

Tav. I, fig. 10.

Il corpo della valva sinistra, la sola da noi conosciuta, è obliquamente ovale-trigono, piuttosto convesso, e nella regione apicale, che sporge no-

tevolmente sul piano delle orecchiette, vien limitato da un angolo di circa 35°. La linea cardinale, leggermente angolosa in corrispondenza dell' apice, resta di poco inferiore alla lunghezza totale della conchiglia. La sviluppatissima orecchietta anale ha l'orlo superiore rilevato in una specie di sottile costicina tondeggiante, lungo la quale, come nella *Avic. Deshayesi*, corre un debole solco; il margine posteriore della orecchietta stessa, a giudicar dalla direzione delle linee di accrescimento, doveva presentare un seno largo e poco profondo. L'orecchietta buccale è un po' meno depressa, molto più corta, ottusa anteriormente. L' umbone è molto obliquo, pochissimo sporgente oltre il margine cardinale e situato nel quarto anteriore del medesimo. La superficie è fornita di pieghe concentriche grossolane, irregolarmente distribuite, e di sottili linee d'accrescimento.

Lunghezza, dall' estremità dell' orecchietta anteriore al margine basale posteriore, mm. 14: lunghezza della linea cardinale mm. 13, convessità mm. 2,3.

Loc. Palaie.

31. **Hinnites montis-prisis** (1) n. sp.

Tav. I, fig. 11 e 12.

Associati sul medesimo frammento di roccia trovansi più esemplari, che si completano a vicenda e consentono di rilevare i più importanti caratteri della nuova specie. La valva destra, di forma orbicolare nei giovani individui, si fa pronunziatamente obliqua negli adulti; è debolmente convessa e di piccolo spessore. Il margine cardinale rettilineo equivale in lunghezza a $7/_{12}$ del diametro antero-posteriore. Le orecchiette son disuguali, prevalendo di circa un terzo quella anale sulla buccale; ambedue sono ornate da finissime linee d' accrescimento e costellate da strie raggianti, anch' esse poco marcate. L' umbone, compreso in un angolo di 95°, non sporge oltre la linea cardinale. La superficie è irregolarmente ondulata, coperta da numerose costicine raggianti; queste rotondate, flessuose nel loro decorso, assai più strette dei frapposti intervalli, non di rado distintamente alternanti in rilievo. Presso il margine le costicine non son mai più di dieci o dodici sopra un centimetro di lunghezza. Esse svaniscono nel disco apicale, che è liscio o solo debolmente striato sui lati, e son tagliate da fitte e sottilissime linee impresse concentriche.

(1) Monte Presi (o Prisi, o Pisi) è il nome con cui la Montagna di Cetona viene designata in più documenti medievali. — V. Repetti, Dizionario geogr. fis. stor. della Toscana, Vol. I, p. 683. 1833.

Dimensioni:

		I	II
Diametro umbo-ventrale	mm.	13	?
» antero-posteriore. . .	»	13	31

Questa forma è per molti riguardi affine allo *Hinnites velatus* Goldf, sp. (Petref. Germ., p. 94, t. CV, f. 4, [*Spondylus*]), del quale non ha però le coste maggiori tubercolate e gl' intervalli finamente striati. Si connette forse con questa specie oolitica mercè termini di passaggio che vengono indicati nell' Ettangiano col nome di *H. velatus* (V. Dumortier, Études paléontologiques sur les dépots jurassiques du bassin du Rhone, I.e p.e p. 70, 1864.)

Loc. Palaie.

32. **Radula Bochardi** Martin sp. (*Lima*) 1859, Paléontologie stratigraphique de l' Infralias du dép. de la Cote d' Or, p. 89, t. VI, f. 14, 15.

La breve diagnosi e la mediocre figura date dal Martin per questo fossile della zona ad *Avicula contorta* di Montigny - sur - Armançon si adattano completamente all' esemplare da me raccolto al Poggio Piano. Questo ancora è ovale allungato, mediocremente convesso, troncato anteriormente su tutta l' altezza, provvisto di una grandissima orecchietta buccale striata dall' alto al basso, con umboni non sporgenti oltre il margine cardinale, che scende verso il lato posteriore. La superficie porta una dozzina di coste raggianti diritte, angolose, un poco più strette dei solchi interposti. Dimensioni: diametro umbo-ventrale mm. 30, diametro anteroposteriore mm. 17 (circa), angolo apicale 40°.

33. **Radula (Plagiostoma) praecursor** Quenstedt sp. (*Plagiostoma*) 1856, Iura, p. 29, t. I. f. 22, 24.

Lima discus Stoppani, 1860-65, Pal. Lomb., 3.e Sér. p. 73, t. XIII, f. 7 (teste Dittmar).

Lima acuta Stoppani, op. cit., p. cit., t. XIII, f. 9 (c. s.)

Lima praecursor Capellini, 1866-67. Foss. infr. del G. della Spezia, p. 12, t. VI, f. 8.

Tav. I, fig. 13.

Una sola valva destra, che misura 15 mm. di altezza dall' umbone al margine ventrale e circa 14 mm. secondo il diametro antero-posteriore. Convessità mediocre, misurandone la freccia circa 3 mm. Regione ventrale a contorno semicircolare, regione apicale limitata da un angolo di circa 90°; inequilateralità poco pronunziata. Costicine radiali numerosissime (3 o 4 per ogni mm. di lunghezza) più rilevate verso lo spigolo anteriore, fles-

suose, assai più larghe dei solchi interposti, nei quali ultimi sembra appariscano traccie di fina punteggiatura. Pieghe concentriche marcate, soprattutto nella regione ventrale. — La specie è diffusa tanto nei sedimenti retici a facies sveva e carpatica, come in quelli a « kössener Facies ».

Loc. Calcari a brachiopodi delle Palaie.

34. **Dimya intusstriata** Emmerich sp. (*Ostrea*) 1853, Geogn. Beobachtungen aus den östl. bayr. Alpen, p. 52.

Plicatula intusstriata Stoppani, 1860-65, Pal. lomb., 3ᵉ Sér., p. 80, t. XV, f. 9. — Capellini, 1866-67, Foss. infraliassici del G. della Spezia p. 74, t. V, f. 12. — De Stefani, Vorl. Mitth. üb. die rhät. Foss. d. apuan. Alp. p. 2.

Tav. I, fig. 14.

Abbondante nei calcari conchigliferi di Poggio Piano, in esemplari di tutte le età. Alcuni individui sono aderenti alle valvole dell' *Avicula Deshayesi.*

Comune in quasi tutti i giacimenti del Retico alpino ed estralpino, e particolarmente in quelli a facies carpatica, sembra che la *Dimya intusstriata* duri per lo meno fino all' Ettangiano superiore. Anche in Italia la vediamo citata nei calcari a brachiopodi e bivalvi di Taormina, dal Seguenza attribuiti al Retico, ma riferiti dal Di Stefano e dal Cortese ad un livello elevatissimo del Lias inferiore (Guida geologica dei dintorni di Taormina, Boll. della Soc. geol. d' Italia, vol. X, p. 216, 1891).

35. **Anomia Favrii** Stoppani, 1860-65, Pal. lomb., 3.ᵉ Sér., p. 139, t. XXXII, f. 14, 15. — Capellini, 1866-67. Foss. infr. del G. della Spezia, p. 75, t. VI, f. 14.

Nelle marne di Sferracavalli si raccolgono di frequente le valve di un'*Anomia* dal contorno obliquamente ovale, piuttosto convessa, col sottilissimo guscio madreperlaceo ornato di grosse pieghe e di linee concentriche, e di minute strie radiali. A questi due ordini di ornamenti se ne aggiunge qualche volta un terzo, consistente in poche (4-5) pieghe irregolari che increspano il guscio, attraversandolo obliquamente. Il diametro umbo-ventrale nell' esemplare meglio conservato è di 14 mm.; l' antero-posteriore di mm. 11.

Lo Stoppani dice questa specie esser comunissima negli *schisti terrosi* di Gaggio. Il Prof. Capellini l' indica negli schisti marnosi di Coregna.

Brachiopodi.

36. **Rhynchonella fissicostata** Suess 1854, Üb. die Brachiopoden der Kössener-Schichten, Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss., Bd. VII, p. 58, t. IV, f. 1-4. — Zugmayer, 1880, Untersuchungen über rhätische Brachiopoden, Beitr. z. Pal. von Österr.-Ungarn, Bd. I, p. 36, t. IV, f. 13-18.

Tav. I, fig. 15.

Fra i numerosi esemplari raccolti alle Palaie, spesso associati con la *Thecosmilia clathrata,* sono rappresentate le varietà *longirostris* ed *applanata* di Gümbel (Geogn. Beschr. d. bayr. Alpengebirges, 1861, p. 401) e la *inflata* di Zugmayer. Tutte e tre sono però notevolmente ridotte nelle dimensioni, i maggiori individui non sorpassando 10 mm. di diametro.

La R. *fissicostata* mancherebbe completamente, secondo Zugmayer, nel Retico a facies carpatica e sveva, restando limitata ai *Kössener-Schichten,* agli *Starhemberg-Schichten* ed al *Dachsteinkalk.* In Italia, stando ad una recentissima pubblicazione del Dott. Fucini (1), passerebbe nel Lias inferiore, dove solo con incertezza l'avevano indicata per l'innanzi il Geyer ed il Di Stefano.

37. **Spirigera** (?) sp.

Con tutte le possibili riserve sul proposto ravvicinamento accenniamo qui un esiguo frammento di valva, che nel guscio decorticato lascia vedere la struttura minutamente fibrosa propria delle *Spirigera.* Non potendosi da un avanzo così meschino rilevare la forma generale della conchiglia e la costituzione del suo apparato brachiale, è più che giustificata la nostra incertezza.

Briozoi.

38. **Neuropora** sp. ind.

Un rametto cilindrico, grosso dai 3 ai 4 mm., con la superficie minutamente granulare e qua e là rialzata in verruche, talune delle quali recano traccie di costicine flessuose irraggianti dall'apice. Può essere ravvicinato ad alcune forme di cerioporidi liassici spettanti al g. *Neuropora,* e

---

(1) Molluschi e brachiopodi del Lias inf. di Longobucco (Cosenza). Bullettino della Soc. malacologica it., vol. XVI, p. 24, 1892.

segnatamente ricorda la *N. mamillata* De Fromentel, comune alla zona con *Aeg. angulatum* ed a quella con *A. Bucklandi* del bacino del Rodano (Dumortier).

Loc. Calcari a *Thecosmilia clathrata* delle Palaie.

Anellidi.

39. **Serpula constrictor** Winkler, 1861, Fauna des Oberkeupers in den bayrischen Alpen, Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesell., Bd. XIII, p. 462, t. V, f. 2.

Un solo esemplare, aderente al ramo di *Neuropora* testé descritto.

Echinodermi.

40. **Hemicidaris** cfr. **oblique-lineata** Stoppani sp. (*Hypodiadema*) 1860-65, Pal. lomb., 3.^e^ Sér., p. 28, t. XX, f. 6.

Frammenti di radioli a corpo cilindrico o leggermente affusolato, grossi da 0,5 a 0,7 mm., ornati alla superficie da quelle stesse linee oblique che caratterizzano la citata specie del Retico di Lombardia. Trovansi associati con questi radioli vari scudetti a tubercolo perforato e crenulato, che puó ritenersi spettino pure ad una *Hemicidaris*.

Loc. Calcari a *Thecosmilia clathrata* delle Palaie e lumachelle di Poggio Piano.

41. **Cidaris lariana** nob.

Cidaris verticillata, non Lam., Stoppani, 1860-65, Pal. Lomb., 3.[e] Sér., p. 96, t. XIX, f. 10-17.

C. cfr. *Wissmanni* Gümbel, 1861, Geogn. Beschr. d. bayr. Alpengeb., p. 400 (teste Dittmar).

Un solo frammento di radiolo, che misura appena 6 mm. di lunghezza per mm. 0,6 di diametro, a corpo sottile, fusiforme, coperto nella superficie di fitta e minutissima granulazione, ed ornato di papille distribuite senza alcun ordine apparente. Alcune fra queste ultime veggonsi aggruppate in verticillo presso una delle estremità del frammento, al quale impartiscono un aspetto che ricorda esattamente quello offerto dagli esemplari dell'Azzarola. (V. specialmente la fig. 16 della tavola citata).

Riteniamo che a questa specie non possa conservarsi il nome di *C. verticillata*, applicato assai prima dal Lamarck (Hist. nat. des anim. s. vert., 3.[e] ed., Bruxelles 1841, T. I., p. 531) ad un echinide vivente. — Da ció la proposta della nuova denominazione.

Il Dittmar, che ebbe in esame tanto gli esemplari dello Stoppani come quelli del v. Gümbel e ne riconobbe l'identità, indica, fra i giacimenti che contengono la *C. lariana*, Eiseler presso Hindelang (Alpi bavaresi) Kössen ed Azzarola (Contorta-zone, p. 190).

Loc. Poggio Piano.

42. **Crinoidi.**

Sezioni di articoli di crinoide non sono rare nelle superfici di frattura dei calcari con *Thecosmilia clathrata*; esse però non consentono neppure una determinazione approssimativa.

Antozoari.

43. **Stephanocœnia Schafhaütli** Winkler sp. (Prionastraea) 1861, Fauna des Oberkeupers in d. bayr. Alpen, p. 488, t. VIII, f. 11.

? *Stylina Savii* Stoppani, 1860-65, Pal. lomb., 3.e Sér., p. 101, t. XXI, f. 9-12 (teste Frech).

Stephanocœnia Schafhaütli Frech, 1890, Die Korallenfauna der Trias, Palaeontographica, Bd. XXXVII, p. 36 e 37.

Da un frammento di calcare raccolto al Poggio Piano sporge una piccolissima colonia di astreacea, a calici poligonali di circa 1,5 mm. in diametro. La discreta profondità dei calici stessi parrebbe avvicinasse l'esemplare piuttosto alla *Steph. alpina* Gümb. sp., che alla *Schafhaütli*; ma fu già notato dal Reuss (Üb. einige Anthozoen der Kössener-Schichten und der alpinen Trias, Sitzb. d. Math.-Nat. Cl. d. k. Akad. d. Wiss., L. Bd, I. Abth., Iahrg. 1864, p. 162) che anche in quest'ultima specie, nelle parti più esposte all'erosione, i calici primitivamente piani possono divenire fino ad un certo punto incavati. Del resto il numero e la ripartizione dei setti corrisponde alla formula data dal Frech per la *S. Schafhaütli* (6 + 6 + 12).

Oltre agli strati retici del Wendelstein e dell'Azzarola contengono questa specie anche gli strati di Zlambach e l'Hauptdolomit.

44. **Thecosmilia clathrata** Emmerich sp. (*Lithodendron*) 1853, Jahrbuch der Geolog. Reichsanstalt, p. 378.

Rhabdophyllia longobardica Stoppani, 1860-65, Pal. Lomb., Sér. 3.e, p. 105, t. XXV, f. 1-5 (teste Frech).

R. Meneghinii Stoppani, op. cit. l. c., t. XXIV, f. 1-4 (c. s.).

Thecosmilia clathrata Frech, 1890, Korallenfauna der Trias, p. 15, t. IV, f. 1-5, 7-11.

Tav. I, fig. 16.

Questa specie, eminentemente caratteristica del Retico, è ben rappresentata a Cetona, ove forma quasi da sola considerevoli masse calcaree. L'erosione mette qualche volta in evidenza la superficie esterna dei polipieriti, che appariscono cilindroidi, allungatissimi, nodosi, spesso dicotomi, stipati a fasci; oppure ce li presenta in sezioni trasverse, che, una volta levigate, permettono di riconoscere ogni particolarità strutturale. Il diametro dei rami varia dai 5 ai 10 mm., il numero dei setti da cinquanta a sessanta, come negli esemplari del Retico alpino descritti dal Koby (Monogr. d. polyp. jurass. de la Suisse, p. 189, t. LV, f. 1-8, 1884) e dal Frech. Si raccolgono colonie che hanno fino a venticinque centimetri di maggior diametro per quindici di altezza, come quella bellissima rappresentata nella fig. 16 della tav. I.; e sono anche frequenti i ramuli staccati.

Loc. Palaie.

Rizopodi.

44.

Abbiamo già indicata la presenza di avanzi microscopici di foraminifere nelle marne grigie ad *Avicula contorta* di Sferracavalli. Prevalgono forme monoloculari, sferiche, che accennano a globigerinidi (*Orbulina*?). Alcune sezioni ellittiche, più o meno allungate, son forse da considerarsi come spettanti a loggie di lagenidi (*Dentalina* ?)

La significazione cronologica della serie di fossili che abbiamo passata in rivista non potrebbe essere più evidente. Infatti, mettendo da parte le poche forme indicate come nuove e quelle troppo incompletamente conservate per esser suscettibili di esatta interpretazione, troviamo che le altre tutte si ritrovano nei più classici giacimenti del Retico, o, per lo meno, hanno con forme retiche la più stretta affinità. Giungono al numero di 21 su 30 le specie comuni agli strati con *Avicula contorta* di altre località italiane, ai depositi cioè dell'Azzarola (**A**), del Golfo della Spezia (**S**), delle Alpi apuane (**Ap**): *Cylindrobullina Meneghinii* Cap. (**S**), *Cerithium Hemes* d'Orb. **A.**, *C. sociale* Cap. **S.**, *Chemnitzia infraliasina* Stopp. **A.**, *Turritella somervilliana* Cap. **S.**, *Trochotoma praecursor* Stopp. **A.**, *Protocardium rhaeticum* Mer. **A.**, *Palaeocardita munita* Stopp. **A, S, Ap.**, *Schizodus Ewaldi* Bornem. **A.**, *Leda clavellata* Dittm. **A**, **Ap.**, *Mytilus mi-*

nutus Goldf. **A.**, *Modiola gregaria* Stopp. **A**, **Ap.**, *Avicula contorta* Portl. **A**, **S**, **Ap.**, *A. Deshayesi* Tqm. **S**, **Ap.**, *Radula praecursor* Quenst. **A**, **Ap.**, *Dimya intusstriata* Emmr. **A**, **S**, **Ap.**, *Anomia Favrii* Stopp. **A**, **S**, *Hemicidaris oblique-lineata* Stopp. **A.**, *Cidaris lariana* Sim. **A.**, *Stephanocœnia Schafhäutli* Winkl. **A.**, *Thecosmilia clathrata* Emmr. **A.** — Mentre nel Retico di altre parti di Europa e specialmente in quello alpino sono rappresentate le nove specie rimanenti: *Sargodon tomicus* Plien. (Kössen, Savoia ecc.) *Hybodus minimus* Ag. (Alpi bavaresi, Hannover, Inghilterra), *Natica ecarinata* v. Gümb. (Alpi bav.) *Tapes elongata* Moore (Valle del Rodano, Costa d'Oro, Sommerset, Svezia) *Schizodus triangularis* (Svezia), *Gervilleia praecursor* Quenst. (comune ovunque), *Radula Bochardi* Mart. (Costa d'Oro) *Rhynchonella fissicostata* Suess (Kössen ecc.) *Serpula constrictor* Winkl. (Alpi bavaresi e Tirolo).

La grande maggioranza di queste forme ha valore cronologico ben definito. Se prendiamo in esame la fauna della zona ad *Angulati*, che costituisce la parte più antica del nostro Lias inferiore, vedremo limitatissimo il numero delle specie comuni alla serie di Cetona. Nella plaga a Gasteropodi e Lamellibranchi del piano **A** (De Stefani, Lias inferiore ad Arieti dell'Appennino sett., Atti della Soc. Tosc. di Sc. nat., Vol. VIII, p. 41, 1886) che per il suo carattere littorale si presta così bene al confronto, passa soltanto l'*Avicula Deshayesi* (calcari ceroidi di Campiglia). E pur comprendendo nel Lias inferiore i calcari di Taormina giudicati retici dal Seguenza, (Il Retico di Taormina, Nat. Sicil., Anno V, 1886) si aggiungono a quest' unica specie soltanto la *Rhynchonella fissicostata* Reuss, l'*Avicula contorta* Portl., la *Radula praecursor* Quenst., e la *Dimya intusstriata* Emmr.

Cresce alquanto il numero delle specie rappresentate anche nei piani inferiori del Lias, se i termini di confronto si vanno a cercare fuori d'Italia; vedesi giungere alla zona a *Planorbis* la *Tapes elongata* Moore, e passar nella zona ad *Angulati* il *Sargodon tomicus* Plien. l'*Hybodus minor* Ag., l'*Avicula contorta* Portl. (1) la *Stephanocœnia Schafhaütli* Winkl., la *Thecosmilia clathrata* Emmr.; arriva fino al Sinemuriano il *Mytilus minutus* Goldf. Ma due terzi buoni delle nostre specie rimangono peculiari del Retico, e fissano indiscutibilmente il livello degli strati cetonesi.

È opportuno notare come sia grande la differenza tra la fauna della Spezia e quella di Cetona, per quel che riguarda la proporzione delle specie comuni alle zone inferiori del Lias. Anche alla Spezia mancano, è vero,

---

(1) Questa e le due specie seguenti sono indicate da G. G. Winkler (Neue Nachweise üb. d. untern Lias in den bayr. Alpen, Neues Jahrb., 1886, t. 2) negli strati a *Schlotheimia angulata* di Garland.

rapporti biotici col piano ad *Angulati* quale comparisce in Italia: e la sola *Lima punctata* Sow. si aggiunge alle pochissime forme che vedemmo rappresentate ugualmente nella nostra serie e nella plaga a gasteropodi e lamellibranchi del piano **A.** Ma cresce a dismisura il numero degli elementi liassici quando la fauna della Spezia si paragoni a quelle di località forestiere; tanto che le specie comuni all' Ettangiano ed anche al Sinemuriano finiscono col prevalere notevolmente su quelle caratteristiche del Retico, stando con esse press' a poco come 4: 3. Fatto questo che giustamente indusse il Prof. Capellini ad ammettere fino dal 1861 la corrispondenza di una parte della serie infraliassica della Spezia con le zone a *Planorbis* e ad *Angulati.* Come l' opposta condizione da noi verificata nella faunula cetonese induce a ritenere che gli strati onde questa provenne corrispondano esclusivamente al piano retico, ossia alla zona dell' *Avicula contorta.*

Sarebbe prematuro ogni tentativo diretto a precisare quale tra le facies offerte dal Retico sia rappresentata dai depositi del Cetonese; poichè se vedemmo predominanti le forme caratteristiche della facies carpatica, non mancarono quelle proprie alla facies di Kössen ed al Lithodendronkalk. Si verifica forse qui come nelle Alpi (1) una sovrapposizione di facies, che potranno solo esser distinte con nuove e più minuziose ricerche sui fossili propri ad ogni singolo strato. Quel che si può dire fin da questo momento è che si tratta in complesso di formazioni littorali, e basta a dimostrarlo la presenza degli scogli madreporici formati dalle *Thecosmilia.*

(1) Suess u. Mojsisovics, Studien üb. die Gliederung der Trias — und Jurabildungen in der Östlichen Alpen, N. II, Die Gebirgsgruppe des Osterhornes. Jahrb. d. k. k. geol. Reichs-Anstalt, Bd. 18, 1868. — V. anche Zimmermann, Stratigraphische und paläontologische Studie ueb. das deutsche und das alpine Rhät, Gera, 1884.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1. *Sargodon tomicus* Plien., dente, ingrandito 2 volte.

Fig. 2. *Turritella citoniensis* n. f., in grandezza naturale.

Fig. 3. *Trochotoma praecursor* Stopp. sp., gr. naturale.

Fig. 4. *Protocardium rhaeticum* Mer. sp., esemplare raccolto nei calcari delle Palaie, ingrandito 4 volte.

Fig. 5. *Mytilus minutus* Goldf., gr. nat.

Fig. 6. *Gervilleia praecursor* Quenst., valva sinistra, ingrandita 5 volte.

Fig. 7. *Avicula contorta* Portl., esemplare raccolto nelle marne di Sferracavalli, gr. nat.

Fig. 8. *Avicula contorta* Portl., esemplare raccolto nella lumachella del Varco, ingrandito 2 volte.

Fig. 9. *Avicula Deshayesi*, valva sinistra, in gr. nat.

Fig. 10. *Avicula sarteanensis* n. f., valva sinistra, ingrandita 2 volte.

Fig. 11. *Hinnites montis-prisis* n. f., gr. nat.

Fig. 12. *Hinnites montis-prisis* n. f., porzione della valva destra, ingrandita.

Fig. 13. *Radula praecursor* Quenst. sp., gr. nat.

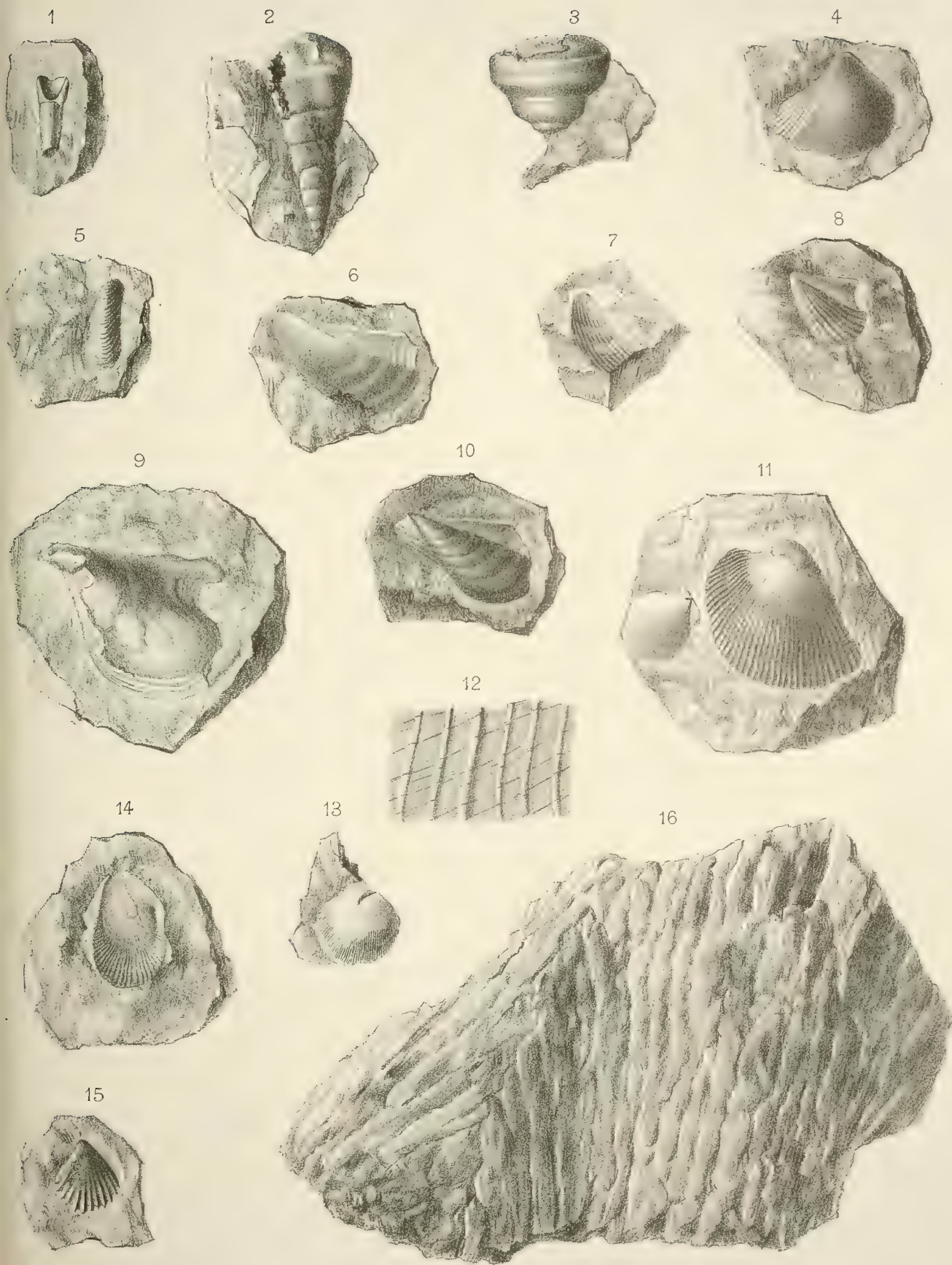
Fig. 14. *Dimya intusstriata* Emm. sp., ingrandita 2 volte.

Fig. 15. *Rhynchonella fissicostata* Suess, forma *longicollis*. Valva ventrale, ingrandita due volte.

Fig. 16. *Thecosmilia clathrata* Emm. sp., $\frac{1}{2}$ del vero.

V. Simonelli.

E. Contoli, lit.

Lit. G. Wenk e Figli — Bologna.

CASO DI MANCANZA QUASI TOTALE DEL CERVELLETTO

COMUNICAZIONE

DEL

PROF. ROMEO FUSARI

(Letta nella Sessione del 24 Aprile 1892).

(CON UNA TAVOLA)

Dalla gentilezza del Direttore del Manicomio provinciale di Ferrara, Prof. Clodomiro Bonfigli ebbi in esame l' encefalo ed il midollo spinale di una donna, in cui si era riscontrata l' interessante anomalia della mancanza quasi totale del cervelletto. Sebbene casi analoghi siano stati altre volte osservati, pure io ho voluto fare sui pezzi a me affidati uno studio diligente, per quanto mi fu possibile, in ispecie riguardo al contegno di quelle formazioni del ponte e del midollo allungato che si ritengono in rapporto col centro nervoso cerebellare, avendo osservato, nel trascorrere la letteratura riguardante i casi di atrofia di quest' organo, che in generale si danno solo cenni sommarii sul modo di presentarsi degli organi che stanno in connessione col cervelletto.

Alla descrizione dei reperti anatomici farò precedere la relazione clinica e necroscopica favoritami dal Dott. Tambroni vice-direttore del Manicomio.

Anamnesi remota e prossima.

Govoni Luigia, nata a Sant' Agostino, domiciliata in Vigarano Mainarda, nubile, d' anni 48.

Il padre morí a 73 anni di colpo apoplettico; la madre di colera in tarda etá; tutti e due i genitori furono psichicamente normali. Ha un fratello e quattro sorelle robusti, in etá avanzata, intelligenti, laboriosi. Niente di ereditario per parte di collaterali.

Cinque anni dopo la nascita si accorsero i parenti che la bambina era pochissimo sveglia di mente, che tardava ad apprendere il linguaggio, che

era piuttosto apatica ecc. Attribuirono tale difetto di intelligenza ad una paura avuta dalla madre durante la gravidanza. Lo sviluppo organico della Luigia non risenti per altro dell' arresto psichico; crebbe ben conformata in proporzione dell' età, ed a 15 anni ebbe le sue prime mestruazioni che si mantennero poi regolari per tutta la vita. Non soffrì mai alcun malanno serio; solo nel Gennaio del 1891 comparve una diarrea piuttosto intensa ed ostinata che scosse non poco la nutrizione e le forze dell' inferma, e fece decidere i parenti a ricoverarla nello spedale di S. Anna (Ferrara). Là notato il difetto psichico, si tratteneva ben poco la Govoni, e la si inviava nel nostro manicomio.

Il fratello e le sorelle della povera imbecille ci dicono che essa fu sempre debole di spirito. Incapace di imparare un mestiere che richiedesse una certa levatura, essa fu posta alla guardia delle bestie, ed anche in questa occupazione doveva essere sorvegliata. Si adoperava alla provvista di acqua dal vicino fonte, a spazzare la casa, a pulire il pollaio ecc. Mai riuscì ad apprendere a fare la calza od a filare, e non perchè non sapesse coordinare i delicati movimenti necessari a questo lavoro minuto, ma perchè disattenta, ottusa, svogliata. Fu di carattere mite, affettuosa ed obbediente. Mai veniva presa da impulsi morbosi, mai mostrò tendenza a lacerare, ad offendere, a masturbarsi. Conosceva e chiamava a nome tutti i componenti la sua famiglia non solo, ma anche i vicini frequentatori della sua casa. Faceva abbastanza bene quelle poche cosette domestiche che abbiamo sopraccennate, e per quanto avesse l' andatura un po' incerta dell' imbecille (non atassica), era abbastanza robusta, ed era capace (e lo faceva ogni momento) di portare in collo i nipotini senza che mai le accadesse di gettarli a terra. Pare anzi che il guardare ed il curare i piccoli ragazzetti fosse la sua principale occupazione e che la disimpegnasse anche abbastanza bene. Il suo linguaggio era poverissimo e si limitava ad esprimere cose e bisogni i più volgari e comuni. Mai presentò convulsioni, nè tremori, nè vertigini, nè lipotimie, nè movimenti coatti. A proposito di questi movimenti coatti è bene notare che la paziente non presentò mai il bilanciamento tanto frequente negli idioti. Solo ebbe l' abitudine fino dai primi anni e la conservò fino da ultimo, di abbandonarsi per interi quarti d' ora e anche per mezze ore e più volte nella giornata, a movimenti di lateralità della testa (come nel movimento di negativa). Spesso dovevano intervenire perchè interrompesse il monotono e disgustoso giuochetto. I parenti non poterono mai osservare disturbi speciali nell' andatura, cadute improvvise ecc.

Il leggero strabismo convergente che presentava era congenito.

Non ostante il suo disgraziato organamento psichico, aveva saputo acquistarsi, per la sua bontà e socievolezza, le simpatie dei vicini e l' affezione dei membri della sua famiglia che alla notizia della morte ne rimasero molto addolorati. Visse 48 anni.

Durante la *degenza della Govoni nel nostro Manicomio* si osservarono i sintomi psichici di una grave imbecillità.

Somaticamente non presentando l'ammalata alcun fenomeno particolare da destare interesse scientifico e da meritare un esame obbiettivo accurato, l'osservazione nostra non fu che incompleta. Questa non ostante ci permette di escludere in modo assoluto l'esistenza di qualsiasi incoordinazione nei movimenti volontari e nell'andatura della Luigia. Più volte assistendo ai di lei pasti potemmo vedere come con precisione portasse il cucchiaio ed il bicchiere di liquido alla bocca, e ripetutamente abbiamo potuto osservare sia nella stazione eretta, sia nella locomozione il suo perfetto equilibrio.

Per parte degli organi di senso non esisteva certamente alcun rilevabile grossolano difetto.

Negli ultimi giorni fu notato all'esame del petto un versamento nel cavo pleurale sinistro, causa ultima della sua morte.

Necroscopia — (Eseguita 24 ore dopo la morte).

Statura — Metri 1,57

Circonferenza del capo . .	Mill.	536
Diametro occipito-frontale .	»	172
Diametro biparietale . . .	»	140
Peso dell'encefalo	Gr.	1015

Generalità — Cadavere di donna di conformazione scheletrica regolare con rigidità cadaverica conservata. Lo stato della nutrizione è discreto, le masse muscolari sono poco sviluppate. Nessuna piaga da decubito. Gli arti sono sviluppati simmetricamente. Nessun segno degenerativo molto apparente; notasi soltanto che il lobulo di ambedue gli orecchi, e più specialmente quello di destra è meno sviluppato dall'ordinario, e che i denti sono molti cariati. Si osserva l'esistenza dell'imene.

Capo — All'apertura del cranio esce una quantità discretamente abbondante di liquido. La calotta è piuttosto leggiera e sottile, per iscarso sviluppo della diploe, è pallida e presenta molti punti trasparenti. Alla base si nota l'inserzione della piccola falce sulla cresta occipitale mediana deviata marcatamente verso destra, per cui la fossa cerebellare sinistra riesce molto più ampia. La *dura* madre è pallida, sottile e liscia; l'aracnoide è leggermente opacata; la *pia* è sottile, anemica e facilmente svolgibile.

Al momento in cui si è asportato il cervello al posto del cervelletto si è trovata una vescica piena di liquido limpido. Questa vescica si è subito rotta e si è accasciata su sé stessa. L'arteria del Silvio di sinistra presenta qualche chiazza ateromatosa.

Torace — Si trova tubercolosi polmonare a sinistra e versamento pleurico dallo stesso lato. Cuore flaccido.

Addome — Numerose ulceri tubercolari all' intestino; fegato voluminoso e degenerato in grasso; utero ed ovaie normalmente sviluppate.

Particolarità macroscopiche dei centri nervosi.

L' *encefalo* di forma, dimensioni e di peso normali in una donna mostra le circonvoluzioni tutte bene sviluppate ed i solchi molto profondi. Il lobo occipitale non appare ipertrofico come si notò nel caso di Hitzig (1); proporzionalmente più sviluppata delle altre è la circonvoluzione del corpo calloso. Esaminate le dette circonvoluzioni in sedici altri encefali normali di uomo e di donna le ho trovate in ogni caso molto meno grosse di quelle del cervello della Govoni. Dai due lati le circonvoluzioni tutte mostrano una simmetria molto notevole. L' emisfero di destra pesa cinque grammi dippiù dell' emisfero sinistro.

Nulla ho da dire circa al corpo calloso ed ai gangli della base. Le cavità ventricolari dell' encefalo sono dilatate; al terzo ventricolo manca la *Commissura mollis*.

Pure dilatato specialmente verso l' estremità posteriore è l'*Aquaeductus Sylvii*. I *Corpora bigemina posteriora* sono più piccoli dell' ordinario, sembrano come schiacciati nel senso antero-posteriore, invece sono bene sviluppati i *Corpora bigemina anteriora*. Anche la *Glandula pinealis* è piuttosto grossa.

Quando il pezzo anatomico venne portato al mio loboratorio la fossa *rhomboidalis* rimaneva nascosta alla vista solo per mezzo di una membrana irregolarmente ripiegata su sè stessa ed avvizzita. Questa membrana, che costituiva la parete posteriore della vescica constatata alla dissezione al posto del cervelletto, non aderiva ai margini della fossa romboidale, ma in basso abbracciava le *Clavae* ed i *Tubercula cuneata*, poi in fuori di queste due formazioni si gettava su due piccoli lobi allungati posti uno per ciascun lato della fossa romboidale, i quali soli rappresentavano il cervelletto.

La membrana aveva l' apparenza di una tela coroidea ma era però molto più spessa. Lo spessore non era uniforme; sottile e trasparente in alcuni punti, offriva in altri luoghi inspessimenti dovuti alla presenza nel suo interno di un sottile strato di sostanza nervosa. In generale era piuttosto ricca di vasi. Verso il suo margine posteriore, cioè verso quella parte che ricopriva il *Calamus scriptorius* presentava un' area triangolare sottilissima, la quale area era limitata nettamente dal resto della membrana

(1) Hitzig — *Ueber einen Fall von halbseitigen Defect des Kleinhirns*. Arch. f. Psych. und Nervenkr. Bd XV-1884.

per mezzo di due pliche laterali che divergendo in basso andavano a terminare in fuori dei tubercoli cuneati, mentre in alto convergendo fra loro andavano ad incontrarsi ad angolo acuto. Per tale disposizione io credo che queste pliche rappresentassero le vestigia di un *Velum medullare posterius*. Non si trovava nessun accenno di un forame di Magendie.

La fossa romboidale era più estesa che non di norma in tutte le sue dimensioni. Le eminenze erano poche sviluppate, non erano rilevabili le *Striae acusticae;* le piramidi posteriori andavano interamente a confondersi coll' ala bianca esterna.

Nella figura 1ª, *C* ho ritratto nelle naturali proporzioni la fossa romboidale e gli organi circostanti. In *m m* è segnato il punto di attacco della membrana che formava il tetto del 4° ventricolo.

Lateralmente alla fossa si vedono i due lobi che rappresentano il cervelletto. Questi lobuli di forma irregolarmente ovoidale allungata convergono in avanti fra loro, e quivi sono riuniti da una sottilissima lamina di sostanza nervosa, vestigio di un *Velum medullare anterius*. Questi lobi sono diversamente sviluppati; il destro è più piccolo del sinistro in tutte le sue dimensioni.

Misure del lobo destro:

Diametro	longitudinale	Mill.	28
»	trasversale .	»	9
»	verticale . .	»	11

Misure del lobo sinistro:

Diametro	longitudinale	Mill.	30
»	trasversale .	»	14
»	verticale . .	»	14

Al loro lato interno, cioè a quello che guarda la cavità ventricolare, i lobi presentano due rigonfiamenti od appendici a forma di mandorla, ed anche di queste appendici la sinistra è più grande misurando 10 millimetri nel senso longitudinale e 6 millimetri nel senso trasversale; l' appendice destra è lunga 6 millimetri e larga tre. Questi due lobuletti come anche tutta la faccia ventricolare dei lobi cerebellari offrono una superficie liscia cosparsa di tante eminenzette mammellonari. La superficie esterna dei lobi è invece attraversata da buon numero di solchi che dividono la sostanza nervosa in tante lamelle inegualmente spesse ed aventi in prevalenza una direzione trasversale.

Sulla superficie anteriore del midollo allungato (fig. 1ª *A*) non si trova

traccia alcuna di *Eminentiae olivares*. Il midollo allungato a livello della punta del calamo offre le seguenti dimensioni:

Nel senso trasverale . . . Mill. 13,5
» anteroposteriore. » 12

Queste misure sono inferiori alle normali, ma proporzioni relativamente più piccole sono offerte dal ponte di Varolio il quale presenta un largo solco longitudinale anteriore. Nel senso longitudinale misura 13 millimetri. Dal suo limite anteriore al punto di origine apparente del nervo oculo-motore comune intercede lo spazio di sei millimetri. La parte superiore del bulbo, il ponte, ed anche le due gambe del cervello si mostrano alquanto assimetrici. La metà sinistra della parte superiore del bulbo è più schiacciata nel senso trasversale che la destra, ed è più piccola, parimenti la metà sinistra del ponte ed il peduncolo cerebrale sinistro sono più piccoli delle parti opposte. L'origine apparente del quinto e dell'ottavo paio è portata più in avanti a sinistra che a destra. Per la grossezza del fascio non ho notato notevoli differenze fra questi nervi, sia comparati fra loro sia con quelli di encefali normali, e così dicasi per gli altri nervi cranici.

Circa al midollo spinale questo presentasi normale tanto nelle sue dimensioni che nella sua forma.

Esame microscopico.

Dopo di aver ottenuto un buon indurimento dell'encefalo e del midollo spinale nel liquido di Erlicki ho praticato alcune sezioni delle varie porzioni del midollo spinale e di parecchie circonvoluzioni cerebrali che ho colorate col picrocarminio. Ho eseguito inoltre un'intera serie di sezioni di tutta quella parte dell'encefalo che è riportata nella figura 1ª e che si estende dalla porzione superiore del midollo cervicale alla parte posteriore dei talami ottici. Ho trattato queste sezioni col metodo di Weigert-Pal.

Un fatto importantissimo, il quale va subito notato, è che in nessuna parte degli organi nervosi centrali microscopicamente osservati ho trovato traccia di un'alterazione qualsiasi di struttura. Devesi però far eccezione dello strato più superficiale corrispondente alla superficie ventricolare dei due lobi cerebellari (fig. 5, 6 *sc*) e di alcuni punti superficialissimi della faccia ventricolare del bulbo, in cui ho trovato sclerosi ed una parziale atrofia degli elementi nervosi. Questi fatti e le particolarità rilevate all'esame macroscopico mi fecero concludere che il difetto di cervelletto nel mio caso era dovuto piuttosto che ad un processo di atrofia ad un impedito sviluppo del tetto della vescicola cerebellare per causa di un abnorme accumulo di liquido nella vescicola stessa.

Circa ai fatti di anatomia microscopica osservati nel midollo allungato, nel ponte di Varolio e nella regione peduncolare dell' encefalo dirò avanti tutto che nessuna delle formazioni che normalmente si incontrano in questi organi mancava assolutamente; ma che molte però si trovavano ridotte ad uno stato rudimentale. Queste parti naturalmente sono in rapporto col cervelletto e si possono aggruppare attorno ai tre peduncoli cerebellari.

a) **Peduncoli cerebellari inferiori.**

Il *Corpus restiforme* anche completamente fornito di tutti i suoi fasci d' origine, come può vedersi nelle fig. 4, 5, *Cr*, appare notevolmente assottigliato, ma anche con ciò il suo diametro può giudicarsi ancora molto forte considerata la piccolezza delle parti residuali del cervelletto. Essendo queste impari in grandezza dai due lati, ne viene che anche i due corpi restiformi non sono uguali; il destro è infatti più sottile del sinistro. Tutti i fasci che concorrono a costituire tali corpi sono poco sviluppati; i fasci olivari specialmente devono essere molto ridotti considerata la piccolezza delle olive. Nella sezione rappresentata colla fig. 3 le olive (*o*) appaiono nel punto di maggior sviluppo. Scorgesi quivi che l' oliva destra è più grande della sinistra. Ma in pari tempo è anche più breve nel senso longitudinale; infatti esaminando le varie sezioni in serie del midollo allungato rilevasi che l' oliva destra comincia ad apparire parecchie sezioni più in giù della sinistra, e che in alto è l' ultima a disperdersi. Al rudimentale sviluppo delle olive è congiunto quello dei nuclei paraolivari e della *Substantia reticularis alba.*

Circa agli altri fasci costituenti il corpo restiforme ho notato il debole sviluppo del *fascio cerebellare dei cordoni laterali* (fig. 2 *f c d*) e delle *fibre arciformi esterne* sia anteriori che posteriori, come pure dei *nuclei arciformi.*

Quanto al *Nucleus arcuatus* sebbene Toldt (1) lo consideri come incostante, da altri anatomici è invece considerato come una formazione costante a cui vanno a metter capo molte delle fibre arciformi esterne anteriori. Io stesso in casi normali non l' ho mai trovato mancante; nel bulbo della Govoni invece i nuclei arciformi sono ridotti a piccolissimi gruppi di cellule visibili solo per poche sezioni. Questi nuclei quindi come le fibre arciformi esterne anteriori si possono ritenere in rapporto coi peduncoli cerebellari inferiori.

Resta a parlare della porzione interna del peduncolo cerebellare infe-

---

(1) Joldt. *Gewebelebre,* 1888. Pag. 217.

riore cioè della parte più prossimale dei funicoli gracili e cuneiformi. Riguardo al volume di queste formazioni non ho potuto osservare grandi variazioni rispetto al volume normale, l' alterazione invece riguarda principalmente il *nucleo esterno del cordone cuneiforme*.

Alcuni anatomici di questo nucleo non fanno neppur menzione, altri, come Obersteiner (1), lo ritengono incostante; Clarke (2) però aveva già rivolto su di esso l' attenzione, sebbene l' avesse trovato più sviluppato nelle scimmie che nell' uomo. Monakow (3) nel cane, cui aveva distrutto il *Lemniscus* inferiore e l' emisfero cerebellare di destra, trovò un' atrofia discendente del corpo restiforme e quella concomitante del nucleo esterno del funicolo cuneato. Menzel (4) notò un' estesa atrofia nel nucleo esterno dei due funicoli cuneati in un caso di atassia ereditaria in cui erano atrofici i due emisferi cerebellari; invece i nuclei interni degli stessi funicoli erano propozionalmente poco ridotti. Sarebbe così stato dimostrato che anche nell' uomo il nucleo esterno di questi funicoli sta in relazione colle vie cerebellari. Ma il caso di Menzel però era troppo complicato per poter fidarsi al tutto su di esso perchè tra l' altro offriva anche la degenerazione dei cordoni posteriori in tutta la lunghezza del midollo spinale. Nel mio caso invece i cordoni posteriori si presentano assolutamente normali, i nuclei interni del funicolo cuneato pure, mentre i nuclei esterni si mostrano da tutti e due i lati notevolmente ridotti. Blumenau che ebbe occasione di osservare i miei preparati ricorda in una nota (5) questo fatto, ma la fretta dell' osservazione lo fece cadere in alcune inesattezze: egli dice cioè che questi nuclei cominciano ad un livello più alto che non di norma, e poi, ricordando dello stato del cervelletto fa osservare come solo il lobo destro è provveduto di un rudimentale corpo dentato. Invece i corpi dentati esistono dai due lati, ed i nuclei esterni del funicolo cuneato si comportano un po' diversamente da quanto egli dice. Cioè, al livello a cui questi nuclei cominciano normalmente ad apparire (anzi se il punto in cui comincia tale nucleo a comparire è sempre quello dato da Blumenau (6), anche al disotto di questo livello, si notano due piccolissimi nuclei (fig. 2), uno per cordone, i quali però scompaiono dopo poche sezioni; più in su quando cominciano ad apparire i primi fasci della

(1) Obersteiner — *Anleitung beim Studium des Baues der Nervösen Centralorgane.* Leipzig 1888, pag. 212.

(2) Clarke — Philosophical transactions, Vol. CLVIII, p. 264.

(3) Monakow — *Striae acusticae und untere Scleife.* Arch. f. Psych. 1890, pag. 15.

(4) Menzel — *Beitrag zur Kenntniss der hereditären Ataxie und Kleinhirnatrophie* Arch. f. Psych. 1890, Vol. XXII, Pag. 160.

(5) Blumenau — *Einige Bemerkungen über den äusseren Kern des Kilstranges.* Neurolog. Centralblatt. 1891, N. 19, 1 Ottobre.

(6) Blumenau — *Ueber den äusseren kern des Keilstranges im verlängerten Mark.* Neurolog. Centralblatt 1891. N. 8.

parte interna del peduncolo cerebellare inferiore ricompaiono di nuovo. Nelle sezioni ancora più prossimali si fanno molto più estesi di quelli inferiori e poi in poche sezioni finiscono per iscomparire definitivamente.

b) Peduncoli cerebellari medi.

Il mancato sviluppo di questa parte è già constatabile macroscopicamente. Nei tagli più distali del ponte si vedono solo sottilissimi fasci dello strato superficiale, poi compaiono i fasci dello strato profondo pure molto sottili, e finalmente quasi solo nella metà prossimale del ponte i fasci dello strato complesso. Specialmente verso i lati i fasci piramidali per la sottigliezza dei fasci trasversali non vengono molto allontanati fra loro, verso la linea mediana compaiono fra questi fasci dei nuclei ovali di sostanza grigia. Alcuni fasci dello strato complesso e dello strato profondo del ponte vanno a terminare a questi nuclei prima di passare il rafe, altri si perdono nei nuclei del lato opposto. Nella sezione riportata nella fig. 5 si possono vedere le fibre del peduncolo cerebellare medio partire dalla sostanza midollare del cervelletto situata in fuori del nucleo dentato e far capo alla protuberanza.

Una formazione che è in pari tempo in rapporto col cervelletto e colle fibre trasversali del ponte è il *nucleo anteriore* (*laterale*) *dell' acustico*. La figura 4 ritrae una sezione del ponte di Varolio nella sua porzione distale. Si constata quivi in modo netto l' origine di gran parte almeno delle fibre del *Corpus trapezoides* dal nucleo sunnominato dell' acustico.

Questo nucleo mostrasi bene sviluppato e nella sua porzione superiore è anche meglio delimitato che nelle protuberanze normali. Quivi non si scorge più il fascio dell' acustico ed il margine interno del nucleo appare interamente circondato dalle fibre del corpo trapezoide. Moltissime di queste si possono seguire nell' interno del nucleo dove si incrociano variatamente fra loro finchè si perdono fra gli elementi cellulari nervosi. Dal lato esterno del nucleo vi è un fino intreccio di sottili fibre che si perde nella sostanza midollare del cervelletto. Sala (1) affatto recentemente ha potuto dimostrare nei mammiferi col mezzo della reazione nera la terminazione delle fibre del corpo trapezoide nel nucleo anteriore dell' acustico, ed io pure in questi ultimi tempi colla stessa reazione ho ottenuto colorato detto gruppo di fibre. Giunte queste nel nucleo dell' acustico si dividono e si suddividono in molti sottilissimi rami che si intrecciano fra loro circondando le cellule. Non ho mai potuto constatare una terminazione diretta nella cellula; in parecchi casi ho seguito invece il pro-

(1) Sala. Monitore zoologico, 1891.

lungamento delle cellule di questo nucleo fino nel fascio dell' acustico; si dirigeva verso la radice.

In sezioni più distali della mia protuberanza patologica si può seguire senza interruzione il nucleo anteriore dell' acustico fino al lato dorsale del corpo restiforme (*Tuberculum acusticum*). Riguardo alle *Striae acusticae* noto che queste sono sottili e non sono in rapporto colla superficie libera della fossa romboidale essendo frapposto uno strato di sostanza sclerosata contenente sparse fibre midollate variamente decorrenti.

Come si è notato sopra essendo ridotte di numero le fibre trasversali del ponte, anche le fibre longitudinali che con quest' ultime sono in rapporto diretto od indiretto (fibre ponto-corticali) sono meno numerose del normale, e perciò anche il piede del peduncolo cerebrale appare più esile. Il piede del peduncolo cerebrale sinistro è notevolmente più povero di febre del piede destro.

c) **Peduncolo cerebellare superiore.**

Proporzionato allo sviluppo del cervelletto questo peduncolo è costituito da un sottile fascio di fibre che prende origine specialmente al lato interno del nucleo dentato del cervelletto (fig. 6, *pcs*). Il suo contegno del resto è normale. Dopo l' incrociamento con quello del lato opposto entra in rapporto col nucleo rosso (fig. 7, *nr*). Anche il nucleo rosso mostrasi molto meno sviluppato che nella norma.

La fig. 7, *nr*, che riporta una sezione eseguita all' altezza dei tubercoli bigemelli anteriori, lascia vedere il piede del peduncolo cerebrale avente in ogni senso diametri assai minori di quelli ordinari; anche il nastro di Reil specialmente nella sua porzione superiore è ridotto.

Cervelletto.

I due lobi che rappresentano il cervelletto corrispondono ognuno ad un emisfero cerebellare, manca un rappresentante del verme. Verso l' esterno le circonvoluzioni cerebellari specialmente a sinistra sono discretamente sviluppate; anteriormente, all' esterno del nervo acustico sonvi due piccole appendici rappresentanti del *Flocculus.*

La faccia interna o ventricolare presenta invece una superficie sclerosata. Solo sul margine inferiore dei due lobuletti che esistono su questa superficie vi sono brevi solchi o piuttosto dei pori che si approfondano nei lobuli. All' ingiro di questi pori scorgonsi gli strati molecolari e granulari come nelle circonvoluzioni, e delle cellule di Purkinje.

Esistono i due nuclei dentati. La fig. 5 in *Nd* rappresenta il nucleo dentato nel punto in cui offre le maggiori dimensioni. Questo nucleo è situato al di sopra del lobuletto interno di sinistra. Il nucleo dentato di destra (fig. 6) è molto meno sviluppato ed in pari tempo è posto ad un livello più alto di quello del lato opposto.

Il peduncolo cerebellare medio si perde nella sostanza midollare del lobo corrispondente in vicinanza alle circonvoluzioni; il peduncolo cerebellare inferiore si porta internamente al primo fra questo ed il nucleo dentato. Si distinguono due fasci in questo peduncolo uno costituito dal corpo restiforme propriamente detto le cui fibre sono quasi verticali nella sezione (fig. 4, 5, *Cr*), un altro, le cui fibre sono parallele alla sezione, che prende nascita all' interno ed al di sopra del corpo restiforme sul prolungamento dei cordoni posteriori nella regione dei nuclei esterno ed interno dell'acustico e si porta in fuori ed in basso (fig. 4). Nella fig. 5 vi è ancora un vestigio di detto fascio e sta dorsalmente al corpo restiforme. Più in fuori le fibre dei due fasci si confondono fra loro. Il peduncolo cerebellare superiore va a perdersi invece sul lato interno del nucleo dentato (fig. 6). Tornando alla fig. 5 scorgesi al lato interno del detto nucleo un esile fascetto che va a perdersi nel nucleo di Deiters. Forse questo rappresenta il fascio destinato al verme ed ai nuclei del tetto.

Riguardo al *midollo spinale* io non ho potuto accertare alcun che di anormale. Ho portato la mia attenzione anche sulle colonne di Clarke che dai neurologi si pongono in relazione col cervelletto; quanto alla forma mi parvero normali; quanto alla dimensione, non avendo esattamente segnato i punti in cui sono cadute le sezioni, non posso dire nulla di certo; in ogni modo se vi è alterazione questa deve essere certamente di lieve grado. Le circonvoluzioni cerebrali mostravano l' aspetto ordinario.

I fatti di minuta anatomia da me ricordati concordano generalmente con quanto si è rilevato nella estirpazione sperimentale del cervelletto negli animali. Veramente dagli sperimentatori e specialmente da Marchi (1), dietro l' ablazione totale o parziale del cervelletto si sono osservati atrofici o degenerati fasci nervosi in maggiore numero di quelli che io ho trovati poco sviluppati; ma si deve por mente a due fatti che secondo il mio parere possono spiegare la diversità dei riperti.

In primo luogo gli sperimentatori tutti accennano a processi di sclerosi piuttosto estesi, che hanno luogo specialmente in vicinanza al punto operato.

---

(1) Marchi — Sull' origine e decorso dei peduncoli cerebellari e sui loro rapporti con altri centri nervosi. Firenze 1891.

Ora non puó essere tolto il dubbio che tale alterazione istologica piuttosto che alla mancanza dell' organo esportato si debba all' irritazione prodotta dal trauma e dal processo susseguente di cicatrizzazione e che quindi non abbia rispetto ai rapporti anatomici dei vari centri vicini e invada anzi fasci di fibre e nuclei che non hanno relazione colla parte esportata. È cosi anche che nel mio caso l' atrofia delle strie acustiche e di altri strati nervosi superficiali che limitano la cavità del quarto ventricolo non può essere ascritta al mancato sviluppo del cervelletto, ma più verosimilmente ad una pressione anomala esercitata dal liquido endoventricolare.

L' altro fatto riguarda specialmente i reperti di Marchi. Questo osservatore inseguendo le fibre nervose degenerate poté tener dietro alle medesime non solo quando erano raggruppate in fasci, ma anche quando si trovavano isolate od in piccolo numero in mezzo ad altre fibre integre. Io invece ho dovuto limitarmi solo a riconoscere l'abnorme piccolezza dei fasci avendo tutto il tessuto l' aspetto normale.

Oltre che per le particolarità anatomiche, il caso presente offre una certa importanza anche dal lato dello studio della fisiologia del cervelletto. Se si considera la storia anamnestica e clinica che abbiamo riportata, si resta sorpresi come nessuna delle dottrine fisiologiche poste per il cervelletto é in accordo colle manifestazioni presentate dall' ammalato. Infatti sia che si addotti con Flourens la teoria che attribuisce al cervelletto la funzione di coordinare i movimenti, sia che, con Lussana, si ammetta in quest' organo la sede del senso muscolare, sia che, collo Stefani, se ne faccia la sede dell' equilibrio del capo, o, con Ferrier, il centro dell' equilibrio generale, oppure, con Luciani, gli si attribuisca un' azione stenica, tonica, statica (1) non si trova nella storia clinica della Govoni alcun fatto che faccia sospettare un' alterazione di alcuna di queste funzioni. Ricordo qui anche l' opinione di Nothnagel secondo la quale le alterazioni della coordinazione dei movimenti possono mancare in affezioni del cervelletto limitato agli emisferi ma che esistono quando il verme é leso; nel caso nostro non vi é alcuna traccia di verme e pure mancano le manifestazioni atassiche.

Nel nostro caso il solo fenomeno rilevante comparso fino dall' infanzia è il mancato sviluppo dell' intelligenza. Questo fatto fu notato anche in altri casi di atrofia cerebellare, e diede occasione a Courmont (2) di fondare recentemente una nuova teoria che pone a preferenza nel cervelletto le funzioni psichiche, colla quale teoria si abbatterebbe tutto quanto venne finora costrutto dai fisiologi circa le funzioni degli organi encefalici.

---

(1) Luciani — *Il Cervelletto.* Firenze 1891.
(2) Courmont — *Le Cervelet.* Paris 1891.

Se non che anche questa dottrina se pare adattata a certi casi non va per molti altri in cui la lesione cerebellare porta fenomeni atassici o astenici o atonici senza che l' intelligenza sia menomamente compromessa, e per altri ancora in cui le lesioni (non eccessivamente estese) non producono nessuna alterazione evidente nè nel movimento, nè nella sensibilità, nè nella intelligenza (1).

Abbandonando ora quindi la nuova teoria concluderemo che certe lesioni cerebellari come certe lesioni cerebrali possono avere un decorso latente.

Dando uno sguardo alla casistica si trova questa latenza di manifestazioni nei casi in cui la lesione è avvenuta nel periodo embrionale o fetale, durante lo sviluppo dei centri nervosi, quando cioè non si è ancora stabilita la divisione del lavoro funzionale. Si trova anche questa latenza nei casi in cui la lesione si estende con una lentezza tale che non resta disturbato l' equilibrio funzionale del sistema nervoso centrale, perchè il lavoro che si compie dagli elementi in via di distruzione passa gradatamente ad altri che possono egualmente svilupparlo (2). Noi in tutti gli organi centrali del sistema nervoso troviamo sempre le due forme tipiche di elementi descritte da Golgi, gli uni addattati a trasmettere l' eccitazione nervosa alla periferia o ad altri centri, gli altri a ricevere le impressioni periferiche o le eccitazioni provenienti da altri centri. Le varie fibre nervose sia centripete, sia centrifughe nel loro decorso centrale emanano continuamente dei filamenti laterali. Questi filamenti nella sostanza grigia si perdono in un reticolo nervoso diffuso, per il quale i diversi filamenti sono in multiple communicazioni fra di loro, quindi tutti gli organi nervosi centrali oltre avere una struttura fondamentale comune sono anche in numerosi rapporti fra loro, che possono essere più o meno diretti, ma che in ogni caso non permettono una funzione isolata. Col mezzo di considerazioni anatomiche può quindi essere spiegata la latenza dei sintomi in una lesione dei centri nervosi.

Si può anche facilmente supporre, che se a lato alla distruzione di una parte rilevante dei centri nervosi o al mancato sviluppo di questa parte non vi è il compenso di un' ipertrofia in un' altra regione le funzioni tutte non potranno allora compirsi come di norma; in tali casi il numero degli elementi funzionanti essendo diminuito, la latenza non potrà essere perfetta.

---

(1) Vedasi a questo proposito il caso di Becker e altri da questo osservatore riportati — Virchov's Archiv. Bd. 114, 1888, Pag. 1738; altri casi sono riportati nel lavoro citato di Luciani.

(2) Secondo il Becker il suo caso farebbe eccezione perchè in questo la distruzione di sostanza cerebellare sarebbe avvenuta per emorragia. Ma egli constatò nel cervelletto due cisti senza aver nessun dato circa all' epoca di loro produzione; non può togliersi quindi il dubbio che la lesione possa essere avvenuta durante la vita fetale o nei primi tempi della vita estrauterina.

Questo può essere accaduto nel presente caso in cui la compensazione delle funzioni cerebellari è avvenuta a scapito dell' intelligenza.

Nella particolare disposizione degli elementi cellulari corticali il cervelletto si differenzia dagli altri organi nervosi encefalici, esso inoltre è collegato a speciali vie di conduzione, presumibilmente quindi il cervelletto in normali condizioni avrà funzioni speciali. Ora per lo studio di queste hanno sempre valore i dati sperimentali e le manifestazioni cliniche. Non è mio compito il discutere delle teorie basate su questi dati e su questi sintomi; ma considerando l' anatomia del cervelletto parmi che si possano avere dei criteri per appoggiare l' una piuttosto che l' altra. Sonvi nel cervelletto le cellule dei due tipi, sia nei nuclei centrali, sia negli strati corticali, vi si trovano fibre centripete e centrifughe, esiste la connessione di queste fibre con vie e nuclei motori, con vie e nuclei sensitivi (fasci piramidali, cordoni posteriori, nuclei dell' acustico, ecc.), per questi fatti inclino ad accostarmi di più a coloro che danno al cervelletto funzioni complesse. Anche molti fisiologi furono costretti a venire a queste conclusioni. Così Stefani, la cui teoria del resto è in armonia con alcuni dati anatomici, oltre la funzione da lui stabilita per il cervelletto ne sospetta altre; Luciani stesso nel suo ultimo lavoro assegna al cervelletto limiti funzionali meno decisi che altre volte; Albertoni e Golz si manifestano anche più decisamente nel senso della complessità delle funzioni di quest' organo.

Il concetto espresso da Albertoni (1) ed ora accolto dallo Stefani sta in accordo con tutti i fatti anatomici conosciuti, come riassume quelli sperimentali e clinici. Secondo Albertoni e Stefani il cervelletto è un organo sensoriomotore che utilizza le impressioni psichiche, muscolari, labirintiche, visive, tattili, viscerali per il mantenimento dell' equilibrio del corpo. Questo equilibrio viene realizzato perciò che il cervelletto eccita opportunamente ad azione i muscoli in genere, ma specialmente quelli che muovono il capo e la colonna vertebrale. Non si può, avverte esplicitamente Albertoni, obbiettare a questa dottrina che l' asportazione del cervelletto non porta la perdita della sensibilità, perchè essa non riguarda il cervelletto come centro speciale di alcuna sensibilità, ma solo come il centro che usufruisce le varie sensazioni per soddisfare determinati scopi fisiologici. E per ragioni analoghe non si può addurre contro l' ufficio motore del cervelletto l' assenza di paralisi dopo la sua asportazione, perchè il cervelletto non sarebbe centro motore esclusivo di nessun muscolo, ma solo incaricato di determinare, di rinforzare o di moderare le contrazioni dei muscoli.

---

(1) Albertoni. — Le Localizzazioni cerebrali, La Salute It. Medica 1881 N. 30. Albertoni e e Stefani, Manuale di Fisiologia, Milano, Vallardi 1886 pag. 570.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Fig. 1.ª — Encefalo della Govoni dai talami ottici fino al midollo spinale, ritratto a grandezza naturale, *a* faccia antero-inferiore, *b* faccia postero-superiore. — *m, m* linea d' inserzione della membrana che copriva la fossa romboidale.
Fig, 2.ª — Sezione trasversale del midollo allungato a livello dell' incrociamento delle piramidi.
Fig. 3.ª — Sezione trasversale del midollo allungato nella sua parte prossimale.
Fig. 4.ª — Sezione trasversale del ponte di Varolio nella sua porzione distale.
Fig. 5.ª — Sezione trasversale del ponte al punto di emergenza del V paio.
Fig. 6.ª — Sezione trasversale della parte prossimale del ponte.
Fig. 7.ª — Sezione del peduncolo cerebrale a livello dei tubercoli bigemelli anteriori.
Le fig. 2.ª — 7.ª sono riprodotte tutte all' ingrandimento di 6 diametri.

aIX — radice ascendente del nono paio.
C — cervelletto.
ca — corno anteriore.
Cc — circonvoluzioni cerebellari.
Cr — corpo restiforme.
Ctr — corpo trapezoide.
Flp — fascicolo longitudinale posteriore.
lc — locus ceruleus.
naVIII — nucleo anteriore dell' ottavo paio.
ncce — nucleo esterno del funicolo cuneato.
ncci — nucleo interno del funicolo cuneato.
ncg — nucleo del funicolo gracile.
Nd — nucleo dentato del cervelletto.
nnR — nucleo del nastro di Reil.
NR — nastro di Reil.
nr — nucleo rosso.

NRl — nastro di Reil laterale.
NRm — nastro di Reil mediale.
nXII — nucleo del XII paio.
o — oliva.
oa — corpo parolivare anteriore.
oe — corpo parolivare esterno.
p — piramidi.
pcs — peduncolo cerebellare superiore.
ra V — radice ascendente del quinto paio.
sc — strato sclerotizzato.
sg — sostanza gelatinosa di Rolando.
sn — substantia nigra.
III — terzo paio.
V — quinto paio.
Vd — radice discendente del quinto paio.
VII — settimo paio.
VIIa — radice ascendente del settimo paio.
VIII — ottavo paio.
X — decimo paio.
XII — dodicesimo paio.

Fig. 5.

Sc

Nd

VII

Flp

C

CR

P

V

NR

P

Fig 4.

C

Cr

na VIII

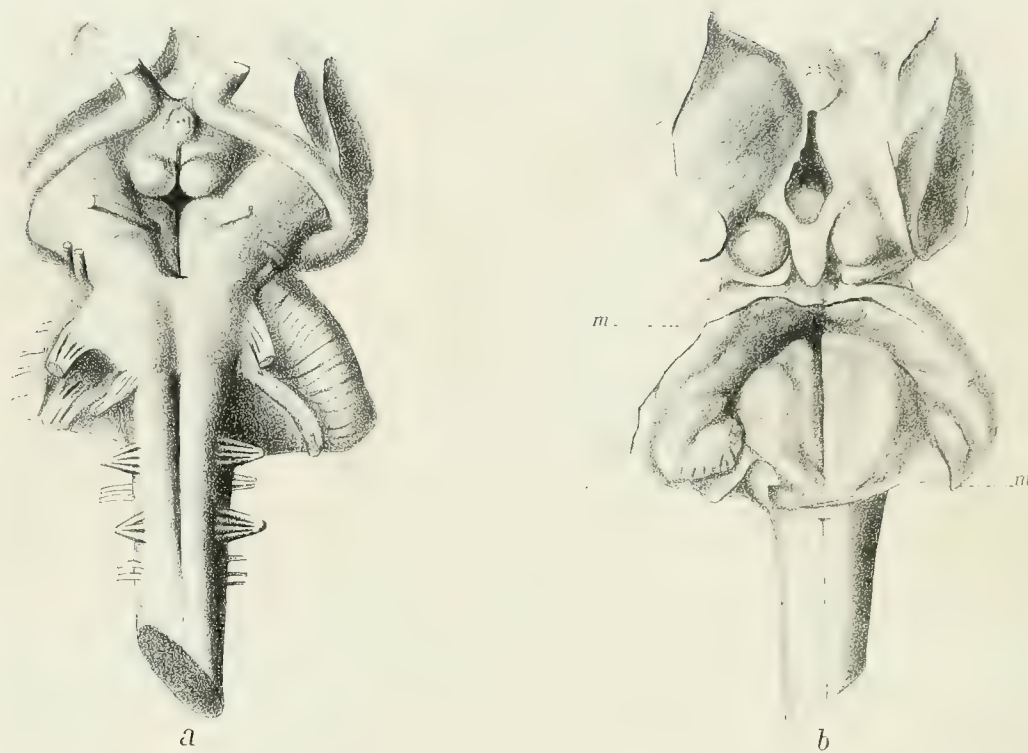
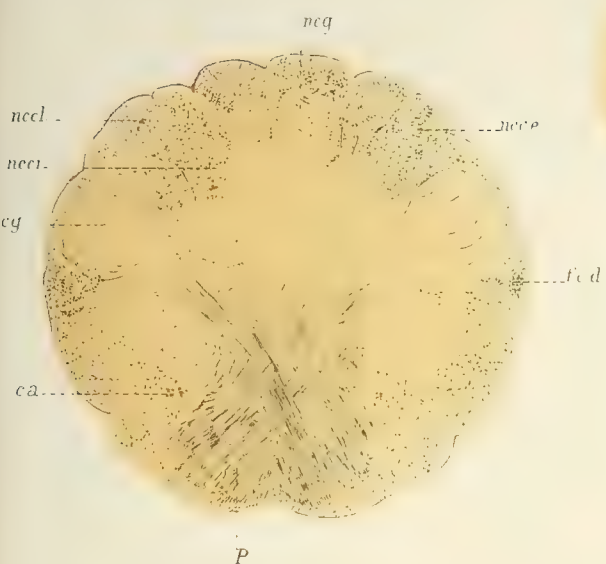
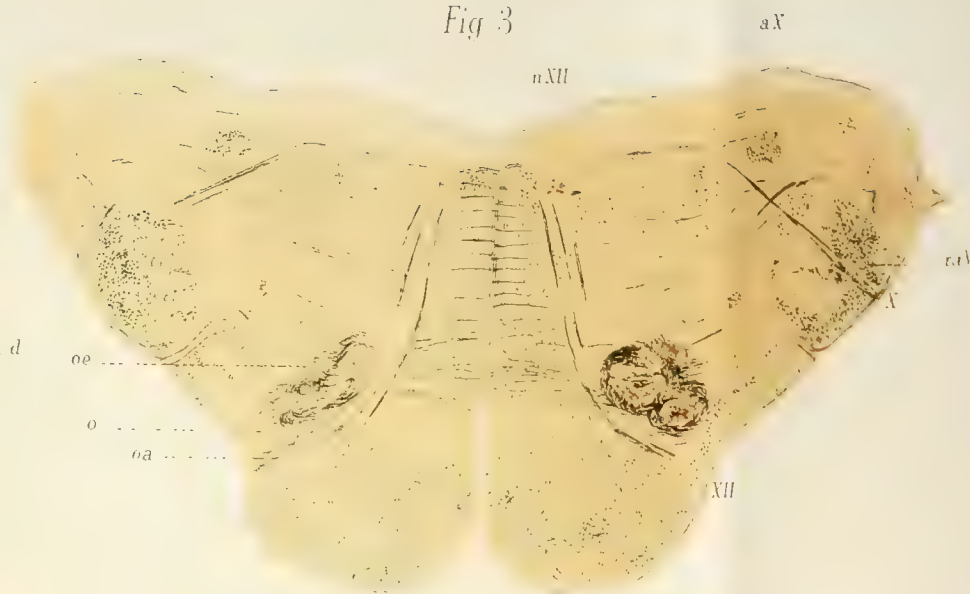
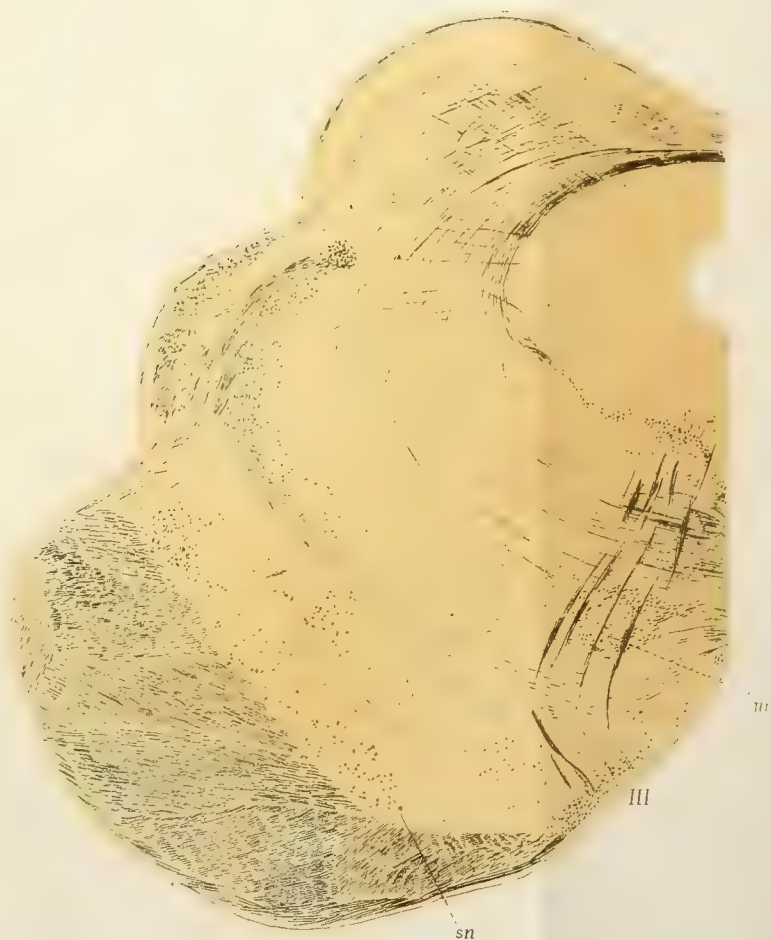
VIII

Va

VII

Ctr.

P

Lit. G. Wenk e Figli - Bologna.

RICERCHE ED OSSERVAZIONI

SOPRA

ALCUNI FUNGHI MICROSCOPICI

MEMORIA

DEL PROF. GIROLAMO COCCONI

(Letta nella Seduta del 27 Marzo 1892).

(CON DUE TAVOLE)

Argomento di queste ricerche è lo studio biologico di alcuni piccoli funghi, e siccome 4 sono le forme prese in esame, così 4 pure sono le parti, in cui la presente Memoria si divide.

Nella 1ª si mettono in luce gl' importanti fenomeni relativi al parassitismo di una nuova specie di *Phyllosticta* sulla *Uncinula adunca* Lév.; nella 2ª sono esposti alcuni fatti osservati in parecchie culture del *Mucor circinelloides*; nella 3ª è descritta una nuova specie di *Sorosporium* e ne sono messi in evidenza i fatti principali che si riferiscono alla germinazione; infine nella 4ª si studia una nuova forma di *Chytridium* più specialmente negli importanti fatti relativi al suo parassitismo sopra un'Alga (*Oedogonium rivulare*).

I.

Parassitismo della **Phyllosticta Uncinulæ** sp. n. sull' **Uncinula adunca** Lév. (Tav. I. *A*).

Nell' estate del 1891 sulle foglie del *Populus pyramidalis* a Pontecchio, riscontravansi con certa frequenza periteci dell' *Uncinula adunca* Lév., bene riconoscibili, perché anzitutto costituenti aggregati irregolarmente circoscritti, e poi perché i periteci erano provveduti di appendici numerose, diritte, e quindi curvate ad uncino nel loro apice; gli aschi da 8 a 12 erano piriformi e le ascospore ottusamente ellittiche e jaline. (Tav. I. *A*, fig. 1).

Fra i molti periteci osservati, caddero sott' occhio alcuni di essi, i quali presentavano un volume alquanto minore di quello solito a vedersi nei periteci adulti; inoltre erano pressochè scolorati e di consistenza più molle del normale. In questi periteci, che a prima vista si riconoscevano più o meno alterati, si notava un punto della loro superficie, sul quale si era sviluppato uno spermogonio. Appena sottoposto questo fungillo al microscopio, in causa della pressione del vetrino coproggetti, e dell'azione dell'acqua vedevasi fuggire dall'ostiolo dello spermogonio stesso una quantità innumerevole di minutissime sporulette, che non erano altro che gli spermazii del parassita. (Tav. I. *A*, fig. 2. *s*).

Riguardo alla collocazione sistematica di questo fungillo non può rimanere alcun dubbio : esso appartiene al gen. *Phyllosticta* Pers. per gli spermazii jalini, non septati, e perchè i periteci sono puntiformi, lenticolari e perforati all'apice da un minutissimo ostiolo. Esaminando pòi più minutamente la specie parassitica in quistione, si vede che gli spermogonii sono globulosi, però depressi parallelamente al loro diametro trasversale, colorati in ranciato pallido, ed impiantati od insidenti per circa un terzo della loro dimensione nella parete del peritecio di *Uncinula adunca* (Tav. I. *A*, fig. 1. *a*). Gli spermogonii misurano in lunghezza μ 48-60 ed in larghezza μ 56-64 ; gli spermazii sono ovali-oblunghi, perfettamente trasparenti e ad ogni estremità loro riscontrasi una minutissima goccioletta oleosa, sono dunque biguttulati ; questi misurano μ 4-5 in lunghezza e μ $3\frac{1}{2}$-$4\frac{1}{2}$ in larghezza.

Una perfetta concordanza nella caratteristica morfologica di questa specie con quella delle altre numerose forme di *Phyllosticta* non si è potuta stabilire (1). E neppure detta specie concorda in alcun punto colla *Phyllosticta parassitica* Cocc. e Mor. della *Phyllactinia suffulta* Reb. (Sacc.) (2), pei caratteri degli spermazii e degli spermogonii, ma più particolarmente pel modo, col quale escono gli spermazii stessi. Mentre nella forma parassita dell' *Uncinula adunca* gli spermazii si diffondono subito nell' uscire dall' ostiolo, per la rapida dissoluzione della sostanza gelatinosa interposta, nella specie parassita della *Phyllactinia suffulta* gli spermazii vengono emessi in forma di un lungo budello, molto esile e a decorso flessuoso (3).

Per questi fatti la *Phyllosticta* in esame viene presunta una nuova specie, che può denominarsi *Ph. Uncinulæ*, e colla seguente frase diagnostica :

---

(1) Saccardo — Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol. VIII.

(2) Cocconi e Morini — *Ricerche e considerazioni sulla Simbiosi dei Funghi* (Mem. della R. Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna. Serie IV. Tom. VIII, pag. 68).

(3) Cocconi e Morini — Memoria citata. Tav. I.

PHYLLOSTICTA UNCINULÆ Nob.

Spermogonii globuloso-depressi misuranti μ 48-60 *in lunghezza e* μ 56-64 *in larghezza, colorati in ranciato pallido ; spermazii ovato-oblunghi, biguttulati, jalini, lunghi* μ 4-5 *e larghi* μ $3\frac{1}{2}$-$4\frac{1}{2}$, *erumpenti senz' ordine dall' ostiolo dello spermogonio.*

Sulla parete periteciale dell' *Uncinula adunca* Lév. — Bolognese a Pontecchio.

Non si può lasciare lo studio di questo interessante parassita, senza accennare sommariamente ad alcune alterazioni riscontrate nei periteci di *Uncinula adunca* e consecutive alla vegetazione parassitica che li colpisce. — La parete dei periteci attaccati dalla *Phyllosticta Uncinulæ* mostrasi più grossa del normale, però più molle ; gli aschi sono molto ridotti di numero ed in generale non se ne riscontrano che 3 o 4 e sono immersi in una sostanza granellosa, quasi liquida, la quale si può riguardare come il prodotto di disfacimento degli ifi ascogeni, ed anche forse degli aschi già formati nei loro primordi (Tav. I. *A*, fig. 3. *p*). Ma dove le alterazioni sono più accentuate, è appunto negli aschi : la forma di questi e la loro dimensione sono press' a poco normali, ma la formazione delle ascospore è completamente annullata. In generale gli aschi mostrano nel loro interno un corpuscolo ovoidale, costituito da sostanza plasmatica, molto densa ed assai rifrangente la luce (Tav. I. *A*, fig. 3. *as*) ; questo corpuscolo o è il nucleo primitivo dell' asco, la cui evoluzione è rimasta stazionaria, o è un' ascospora imperfettamente evoluta ; ma sembra più probabile la prima ipotesi. Comunque sia, talora si osservano due di tali corpuscoli, che sono immersi in una sostanza plasmatica (*epiplasma* secondo De-Bary) molto acquosa e contenente cumuli granulari più densi (Tav. I. *A*, fig. 4).

II.

Osservazioni sul **Mucor circinelloides** (Tav. I. *B*).

Questa importante specie di *Mucor* è una di quelle poche di questo genere, che in mancanza di ossigeno libero possono appropriarsi quello proveniente dalla decomposizione delle sostanze idro-carburate del substrato in cui vivono, sopperendo in questo modo alla loro respirazione. Questo lavoro chimico, il quale conduce alla formazione di alcool, e che puossi interpretare come una *fermentazione alcoolica*, in tutto equivalente a quella prodotta da determinate specie di Saccaromiceti, non è esclusivo a questo *Mucor*, ma ad altre specie congeneri e più specialmente al

M. racemosus. Mentre in via normale la respirazione di queste specie si compie mediante l'assorbimento dell' ossigeno libero, quando questo viene loro a mancare, resistono per un tempo variabile all' asfissia, assorbendo, previa decomposizione, l' ossigeno contenuto negli idrati di carbonio (zuccheri, inulina, destrina ecc.) che trovansi nel substrato nutritivo.

Nel *Mucor circinelloides* potei osservare alcuni fatti non privi d'interesse, relativi appunto alla sua vegetazione in liquidi nutritizii e sotto la mancanza di ossigeno libero.

In queste condizioni anzitutto ebbe luogo una disgregazione o frammentazione dei filamenti miceliali; gl' ifi si divisero in tante cellule globulose od ovoidali, le quali diffusesi nel liquido ambiente bentosto ognuna di esse entrò in un ricco processo di germinazione, costituendo tante colonie semplici o ramificate (Tav. I. *B*, fig. 1, 2). Questi elementi nei loro primordi evolutivi contenevano un abbondante protoplasma, denso e finamente granuloso, ma col procedere dell' età il plasma si faceva meno denso, diminuiva in quantità e tendeva a localizzarsi alla faccia interna in forma di uno stratarello, per cui nel mezzo della cellula si costituiva un vacuolo (Tav. I. *B*, fig. 3. *a*, *b*) e talora anche due o più vacuoli (Tav. I. *B*, fig. 3. *c*).

Quando il substrato era prossimo all' esaurimento, si osservava un fatto curiosissimo. Quelle cellule o conidii di maggiori dimensioni e che contenevano più grande quantità di plasma germogliavano un esile filamento, lungo circa 7 od 8 volte il diametro della cellula madre; questo filamento alla sommità si rigonfiava a sfera, poi si separava mediante un dissepimento trasverso, organizzandosi in un piccolo sporangio senza columella (Tav. I. *B*, fig. 4, 5). Le sporangiospore, in tutto simili a quelle formate nei grandi sporangi normali, germogliando in un substrato aereato, riproducevano la specie normale.

Quindi anche il *Mucor circinelloides* va ascritto a quelle specie di *Mucor*, che hanno un dimorfismo nei loro sporangi, od in altri termini che hanno *macro-* e *microsporangi*.

Come è noto il *M. circinelloides* appartiene al sottogenere *Cimo-Mucor*, distinto pei filamenti sporangiofori ramificati secondo il tipo *Cimoso* e più o meno simpodiali (1). In esso la parete sporangiale è diffluente o liquescente negli sporangi inferiori; però mano mano si procede agli sporangi superiori, questa proprietà scompare e la membrana di questi diviene ognor più compatta; le zigospore risiedono sul micelio, gli sporangi si trovano disposti in due serie alternanti sull' ifo sporangioforo e le spore sono ellissoidali.

Anche prescindendo dalla diversa dimensione, si vede quanta differenza

---

(1) Rabenhorst's *Kryptogamen-Flora von Deutschland* etc. *Pilze*, Lieferung 47, Seite 186.

esiste fra gli sporangi prodotti in via normale e quelli sviluppati in substrati, senza ossigeno libero, cioè prodotti dai filamenti generati dai conidii o dalle cellule delle colonie gemmulari, alle quali ultime devesi ascrivere il processo della fermentazione alcoolica.

La formazione dei microsporangi potrebbesi riguardare come un ultimo sfogo della vitalità delle cellule liberamente diffuse nel liquido nutritivo spettanti al *M. circinelloides*; si direbbe quasi un tentativo di riprodurre o di perpetuare la specie non ostante le sfavorevolissime condizioni di vita, in cui il fungillo si ritrova.

III.

Sviluppo del **Sorosporium Passerinianum** (Tav. II. *C*).

È noto il felice indirizzo dato dal Brefeld allo studio delle Ustilaginee, pel quale, rivolgendo più specialmente l'attenzione alle formazioni prodottesi nel germogliamento delle loro spore, si è messo in rilievo una importante fase della vita delle Ustilaginee, e sonosi acquistati dati importantissimi per la oscura quistione della sistematica di questi funghi.

Le ricerche che vengo ad esporre sono appunto dirette secondo la via così splendidamente tracciata dall'illustre Brefeld.

Si sa che il *Convolvulus arvensis* L., la *Calystegia sepium* R. Br., l'*Astragalus glycyphyllos* L., il *Lathyrus pratensis* L. ed altre Leguminose vanno soggette nei loro semi o nei loro frutti ad una malattia prodotta dal *Sorosporium hyalinum* (Fingerh.) Winter, per cui il tessuto dei semi è completamente distrutto, non rimanendo che il solo integumento seminale; quindi lacerando questo integumento la sostanza del seme è tutta ridotta ad una polvere colore di cioccolatte, che rappresenta le spore di questo fungo. A tale alterazione di solito si accompagna una deformazione del frutto: nelle Leguminose, i legumi malati in generale subiscono profonde alterazioni, restano piccoli, di una forma speciale caratteristica e d'una consistenza molto solida.

Ma oltre a queste visibili alterazioni il *Sorosporium hyalinum* si distingue ai seguenti caratteri: Sori o glomeruli delle spore irregolarmente rotondi od angolosi, di rado allungati, di un giallo d'oro variante al bruno, costituiti di 4 e fino di molte spore: i sori hann ouna dimensione trasversale di μ 23-70 ed una longitudinale che può giungere fino a μ 80. Le spore sono brevemente cuneiformi e larghe μ 16-20. Mentre nella superficie di contatto l'episporio presentasi levigato, nella superficie liscia (che non può riferirsi che alle sole spore più superficiali del glomerulo) l'episporio è grossolanamente muricato.

Si avverta poi che le ricerche del Brefeld hanno stabilito che le spore di detta specie germogliando producono un tubetto o filamento più o meno lungo, il quale mantiensi *costantemente* sterile.

Questo carattere però è comune a tutte le specie di *Sorosporium* finora note, per cui esso può entrare nella caratteristica generica, come i fatti germinativi entrano nella diagnostica dei generi *Tilletia*, *Entyloma*, *Doassansia* ecc.

Era importante premettere questi particolari per l' intelligenza dei fatti che si riferiscono al fungillo, che ora vengo a descrivere.

Sui semi del *Convolvulus arvensis* L. raccolti alle Capanne di Porretta apparve una malattia comune in questa pianta, la quale sotto il punto di vista delle alterazioni macroscopiche è affatto simile a quella precedentemente descritta. Sottoposto però un po' della polvere colore di cioccolatte al microscopio apparve tosto come le spore, più esterne dei glomeruli, mancassero delle asprezze o scabrosità che si riscontrano nelle spore più superficiali del *Sorosporium hyalinum*, quindi erano perfettamente liscie. Questa prima ed importantissima differenza fermò tosto la nostra attenzione. La dimensione delle spore era alquanto superiore a quella delle spore della precitata specie, oscillando il loro diametro fra μ 22 e μ 25 ed il loro colorito era più scuro. A questo si aggiunga che il numero delle spore componenti ogni soro era in generale molto esiguo, e di regola non superava la diecina.

Le precedenti differenze sono sufficienti per distinguere la forma in quistione dal *S. hyalinum* e per considerarla una nuova specie, che vogliamo fregiata col nome dell' illustre collega ed amico Comm. Prof. Giovanni Passerini, colla seguente frase diagnostica:

Sorosporium Passerinianum Nob.

Sori regolarmente ovato-oblunghi e colorati in rosso-bruno, misuranti in lunghezza μ 44-82, *costituiti di poche spore* (*da* 6 *ad* 11). *Spore irregolarmente cubiformi e sempre ad episporio perfettamente liscio, colorate in bruno carico e del diametro di* μ 22-25.

Nei semi del *Convolvulus arvensis* L. — Bolognese : Porretta *alle Capanne.*

Per completare lo studio di questa nuova forma occorreva rivolgere l'attenzione ai fenomeni germinativi delle sue spore ed eccone in breve i risultati :

Collocate le spore nell'acqua pura solamente dopo tre o quattro giorni (s' intende nella conveniente temperatura) si ha un inizio di germogliazione; l' episporio si rompe ed attraverso la fessura protunde l' endosporio in forma

di minuta papilla senza colore. Con notevolissima lentezza questa papilla si allunga fino a raggiungere la dimensione tripla o quadrupla della spora; dopo di che l'accrescimento cessa, ed il filamento rimane sempre allo stesso punto di sviluppo. Giammai si verifica alcuna traccia di ramificazione, nè di sporidificazione apicale o laterale; soltanto il promicelio, dopo parecchi giorni, si vuota gradatamente del proprio plasma, ed infine si divide in tanti segmenti mediante setti trasversali.

Le cose procedono alquanto diversamente allorchè le spore si fanno germogliare in soluzioni nutritive. Dopo 18 o 20 ore appare già attraverso la fenditura dell' episporio una papilla senza colore, che non è che il primordio del promicelio. La papilla ben tosto si allunga (Tav. II. *C*, fig. 3), fino a raggiungere notevole dimensione; quando però la sua lunghezza è press' a poco eguale a 7 o 9 volte il diametro della spora (Tav. II. *C*, fig. 4, 5) il promicelio si distacca dalla spora e rendesi così libero nel substrato nutritivo.

In questa circostanza possono avvenire due casi, dipendenti e strettamente connessi col valore nutritivo del substrato. Quando il liquido nutritivo non viene rinnovato, allora i filamenti emessi dalle spore vanno gradatamente perdendo la facoltà di accrescimento e rimangono stazionari nella loro evoluzione; subiscono una segmentazione a regolare distanza. Alcuni articoli si vuotano di plasma, mentre altri conservano questa sostanza, nella quale però si differenziano minute gocciole oleose, indizio questo evidente della perduta vitalità (Tav. II. *C*, fig. 6). Se invece il liquido nutritivo è sostituito con altro fresco, allora lo sviluppo continua in modo rigoglioso, i singoli filamenti si allungano bentosto e si ramificano copiosamente, pur mantenendosi sempre ripieni di plasma abbondante, denso e finamente granelloso, ma privo di gocciolette oleose. Infine in questo caso si costituiscono tante piccole zone circolari, attorno ad ogni promicelio primitivo, zone formate da una sorta di micelio lassamente intrecciato, però *sempre sterile*. Mai si potè osservare, come nella *Thecaphora Lathyri* la formazione di ifi fruttiferi, ergentisi verticalmente sul substrato e formanti conidii nella loro porzione terminale. — Per cui nel fungillo ora studiato si ripete una delle fondamentali caratteristiche del genere *Sorosporium*, ossia la sterilità dei prodotti della germogliazione delle spore.

IV.

Parassitismo di una nuova **Chitridiacea** sopra l'Alga **Oedogonium rivulare** (Tav. II. *D*).

Il genere *Chytridium* stabilito nel 1850 da A. Braun (1) oggi ha una circoscrizione molto più limitata. Dapprima comprendeva tutte le Sporochitriee, ma ora racchiude soltanto le forme affini al gen. *Rhizophidium*, il cui zoosporangio apresi mediante un coperchio.

Nelle oospore dell'*Oedogonium rivulare* con certa frequenza si osserva una specie di *Chytridium*, la quale, sebbene distinta per determinati caratteri, è alquanto affine al *Ch. Olla* A. Braun. Molte oospore di detta alga mostrano nel loro interno una o due grandi spore a parete liscia, molto grossa (Tav. II. *D*, fig. 1, 2. *sp*) e distinta in epi- ed endosporio, contenente un denso protoplasma, nel cui mezzo stà una grossa gocciola oleosa. In generale ogni oospora di *Oedogonium* contiene due di dette spore parassite, ben di rado una sola oppure tre; inoltre quasi mai le due spore parassite manifestano una concomitanza nel loro sviluppo, per cui una è più giovine e l'altra più vecchia (Tav. II. *D*, fig. 1).

Col progredire dell' evoluzione ognuna di queste spore (che in media ha il diametro di μ 44-58) germoglia un esilissimo filamento, in generale septato, il quale all'apice dà origine ad un zoosporangio ovoidale, avente parete sottilissima e del diametro longitudinale oscillante fra μ 48 e μ 62. All' epoca della maturità il zoosporangio si fa deiscente mediante espulsione della sua porzione terminale sotto forma di opercolo, per cui le zoospore sono messe in libertà (Tav. II. *D*, fig. 2. *zs*, *c*); colle zoospore viene evacuato anche il plasma residuale del zoosporangio, rimasto non utilizzato nella formazione delle zoospore, come si può vedere nella precitata fig. 2.

Le zoospore sono costituite di ammassi globulosi di plasma denso e molto rifrangente la luce, nel cui mezzo trovasi una gocciola oleosa (Tav. II. *D*, fig. 3). Ogni zoospora è fornita di un lungo ciglio vibrattile, ai movimenti elicoidi del quale è dovuto il duplice moto di rotazione attorno al proprio asse longitudinale e di progressione in avanti. Dopo un movimento di variabile durata le zoospore perdono il loro ciglio, s'incistidano e si convertono in *spore quiescenti* (Tav. II. *D*, fig. 4) pur conservando nel loro centro la gocciola oleosa.

Non ostante io tentassi in varie maniere la coltura di queste spore quiescenti, non potei mai giungere ad ottenerne un prodotto di germina-

(1) A. Braun — *Erscheinungen der Verjungung*, pag. 198.

zione, perchè forse richiedevano un lungo tempo di riposo. Riguardo alle spore che hanno sviluppato i zoosporangi, benchè facessi ripetute osservazioni, non potei definire il modo di origine ; questione questa che sarebbe stato importante il risolvere, giacchè anche nelle altre specie di *Chytridium* non è conosciuto il modo di formazione delle dette spore. Si potrebbe supporre che ripetano la loro origine da un atto sessuale.

Come si è accennato più sopra il parassita in quistione, benchè affine al *Chytridium Olla* A. Br. ne differisce però per determinati caratteri. Anzitutto deve mettersi in rilievo la piccola quantità delle spore parassite formate entro le oospore di *Oedogonium* e la differente dimensione delle zoospore, le quali nel *Ch. Olla* misurano in diametro μ 3-4 (1). Principalmente questi due fatti appoggiano la convenienza di erigere in nuova specie la forma studiata, che per la sua principale caratteristica di formare un piccolissimo numero di spore entro le oospore di *Oedogonium* può denominarsi e caratterizzarsi come qui presso :

CHYTRIDIUM OLIGOSPORUM Nob.

Spore quiescenti intramatricali in generale 2, *di rado* 1 *o* 3, *globulose, misuranti in diametro* μ 44-58, *a membrana differenziata in epi- ed endosporio ; germoglianti coll' intermezzo di un esile filamento un zoosporangio* (*del diametro di* μ 48-62) *ovoidale, deiscente mediante opercolo apicale e sviluppato fuori della parete dell' oogonio di* Oedogonium. *Zoospore costituite da una massa globulosa di plasma, del diametro di* μ 6-8, *energicamente moventesi per mezzo di un lungo ciglio vibrattile.*

Nelle oospore di *Oedogonium rivulare*, le quali ne sono più o meno alterate e distrutte.

La costanza dei predetti caratteri esclude che l' ipotesi di A. Fischer (2) a riguardo del *Chytridium brevipes* A. Braun, possa valere anche per la specie ora descritta. Il Fischer, tenuto conto delle tenui dimensioni del *Ch. brevipes*, mentre in tutto il resto è uguale al *Ch. Olla*, sostiene che quello non è che una forma piccola di questo, perchè sviluppata in cattive condizioni di nutrizione. Ma molto più importanti sono i caratteri differenziali del *Ch. oligosporum* in rapporto al *Ch. Olla*, perchè il primo possa ritenersi una forma o pur anche una varietà del secondo.

E qui da ultimo noterò che un' altra specie affine al *Ch. oligosporum*

---

(1) Rabenhorst's *Kryptogamen Flora von Deutschland* etc. I.er Band, *Pilze*, 46 Lieferung. p. 125. Leipzig, 1892.

(2) Rabenhorst — Opera citata, pag. 126.

sarebbe il *Ch. acuminatum* A. Braun (1), peró la estrema piccolezza dei zoosporangi é sufficiente a distinguere le due specie. Essa vive negli oogoni di *Oedogonium echinospermum* ed *Oe. Rothii*, ma le sue spore quiescenti non sono ancora state osservate.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I.

Sezione *A*

Parassitismo della Phyllosticta Uncinulæ Nob. sull' Uncinula adunca Lév.

Fig. 1. — Un peritecio di *Uncinula adunca* Lév. sulla cui parete o membrana vegeta:

a uno spermogonio della *Phyllosticta Uncinulæ* come parassita. × 420.

Fig. 2. — Sezione longitudinale assile di uno spermogonio della *Phyllosticta Uncinulæ*:

sp spermogonio;
s spermazii uscenti dall'ostiolo. × 700.

Fig. 3. — Sezione longitudinale assile (schematica) di un peritecio di *Uncinula adunca*:

m parete del peritecio;
as aschi, nel cui interno é abólita la sporificazione; in essi sono visibili uno o due nuclei soltanto;
p sostanza granellosa plasmatica in cui stanno immersi gli aschi. × 460.

(1) Rabenhorst — Luogo citato.

Fig. 4. — Uno di questi aschi veduto a forte ingrandimento. × 800:

n nuclei;
ep plasma ambiente, che corrisponde all' epiplasma di De-Bary.

Sezione *B*

Osservazioni sul **Mucor circinelloides.**

Fig. 1. — Catenella di conidii con incipiente ramificazione all' apice, osservata in un liquido nutritivo, nel quale vegetava la suddetta specie di *Mucor*, sotto la deficienza o quasi perfetta mancanza di ossigeno libero. × 340.

Fig. 2. — Colonia gemmulare idem, più evoluta e conseguentemente più ramificata. × 340.

Fig. 3. — Alcuni conidii o cellule delle colonie precedenti, staccatesi dalle altre e quindi libere nel substrato nutritivo. × 480:

a cellula nella quale il plasma è ridotto ad un sottile strato, che riveste l' interna superficie della parete; nel suo mezzo riscontrasi un ampio vacuolo circolare;
b cellula simile, ma di forma ovale, la quale pure presenta un ampio vacuolo però eccentrico;
c cellula simile, la quale differenziasi perchè ha due piccoli vacuoli circolari contigui fra loro.

Fig. 4. — Una di queste cellule *c* liberamente giacente nel substrato nutritivo, la quale ha germogliato un filamento *f*, che alla sommità porta un piccolo sporangio *s*. Mentre il filamento è riccamente ripieno di plasma, la cellula madre *c* ne contiene uno scarso residuo, accumulato nel punto da cui origina il filamento medesimo. × 480.

s nello sporangio si veggono per trasparenza le sporangiospore globulose.

Fig. 5. — Gli stessi fatti della figura precedente, ma alquanto più evoluti, segnati colle medesime lettere. La parte del filamento aderente alla cellula madre è segmentata 2 volte, e questi segmenti hanno perduto il loro plasma. × 480.

TAVOLA II.

Sezione *C*

Sviluppo del **Sorosporium Passerinianum** Nob.

Fig. 1. — Un soro o glomerulo di spore, veduto in rilievo. × 420.

Fig. 2. — Alcune delle spore costituenti il soro o glomerulo, vedute a maggiore ingrandimento. × 610.

Fig. 3. — Una spora nella fase incipiente della germinazione. × 720:

s spora;
p tubetto o promicelio.

Fig. 4. — La stessa spora in una fase piú inoltrata del germogliamento. × 720:

s spora;
p promicelio segmentato, e l'articolo prodottosi privo di protoplasma.

Fig. 5. — La stessa spora in un terzo stadio germinativo. Il promicelio *p* consta di due segmenti privi di plasma e di un segmento terminale contenente un plasma densamente granelloso. × 720.

Fig. 6. — Porzione o frammento di promicelio in una avanzatissima fase di sviluppo. Si compone di articoli o segmenti di plasma intercalati ad altri perfettamente vuoti. Stante la vecchiaja del promicelio il plasma é sparso di goccioline oleose. × 720.

Sezione *D*

Parassitismo di una nuova **Chitridiacea** sopra un' Alga.

Fig. 1. — *a* Articolo o segmento di *Oedogonium rivulare* (oogonio);

m la parete o membrana di detto segmento;
o grande cellula globulosa che rappresenta l' elemento sessuale femminile od *oospora*.

sp Nell' interno di questa oospora veggonsi 2 spore, colla membrana a doppio contorno, una delle quali ha un volume maggiore, perchè più evoluta, mentre l'altra è molto più giovine. — Nel plasma di queste ultime spore parassite, osservasi un ampio cerchio nero che rappresenta una grossa gocciola oleosa. × 410.

Fig. 2. — Il segmento precedente di *Oedogonium* in una fase di sviluppo più inoltrata;

m. sp. a. o uguale significato delle corrispondenti lettere della figura precedente.

Le due spore spettanti al fungillo parassita *Chytridium oligosporum* hanno germogliato un filamento, il quale, dopo perforata la membrana del segmento di *Oedogonium* sviluppa un zoosporangio *zs*.

Siccome queste due spore hanno differente età, il zoosporangio *zs* spettante alla spora di sinistra (più vecchia) ha già compiuto il proprio ciclo evolutivo, ed ha evacuate le zoospore monocigliate, che stanno accumulate davanti ad esso: *c* indica l'opercolo distaccato dal zoosporangio dischiusosi.

Il zoosporangio *zs'* sviluppato dalla spora a destra non si è ancora aperto e nel suo interno veggonsi tanti corpuscoli globulosi, ognuno dei quali rappresenta una giovine zoospora. × 410.

Fig. 3. — Alcune zoospore viste a maggiore ingrandimento. Il cerchietto nero situato nel mezzo del corpuscolo globuloso è una goccioletta oleosa. × 620.

Fig. 4. — Alcune zoospore trasformate in spore quiescenti giovani. × 410.

A

1 2 a sp 3 4 p m as n ep

B.

1. 2 a c 3 b s 4 f 5 f. s c c

rini, dis. dal vero. E. Contoli, lit. Lit. G. Wenk e Figli Bologna.

STUDI SULLA MORFOLOGIA

DEI

MEMBRI DEI MAMMIFERI

MEMORIA

DEL

PROF. CARLO EMERY

(Letta nella Sessione del 27 Marzo 1892).

(CON DUE TAVOLE)

Sotto questo titolo, mi propongo di presentare successivamente a questa illustre Accademia una serie di memorie, in cui verranno esposti i risultati delle mie ricerche intorno all'argomento.

I risultati negativi di lavori, d'altronde pregevolissimi, su parecchi punti dello sviluppo embrionale dello scheletro, hanno fatto ritenere, a torto, che questo genere di studi sia, meno dell'anatomia comparata delle forme adulte, atto a rischiarare la morfologia di questo sistema. Egli é certo che, quando i vari pezzi cartilaginei sono già formati, non sono più suscettibili di vistose modificazioni, nella loro figura e nei loro rapporti. Ma se, invece di esaminare lo scheletro embrionale già formato, lo si studia nell'atto della sua formazione, quando, prima ancora dello stadio procondrale o durante questo stadio, si manifestano i primi accenni dei raggi scheletrici e dei singoli pezzi di cartilagine, diviene possibile sorprendere rudimenti transitori e disposizioni primitive di breve durata, ma di molta importanza. I brillanti risultati delle ricerche del Leboucq fanno fede della fecondità del metodo.

A cosiffatti studi, cui attendo già da qualche anno, é peró grave ostacolo la difficoltà di procacciarsi il materiale embriologico necessario, e perció, verró pubblicando poco per volta quello che, con l'andare del tempo e con l'aumentare della mia raccolta di embrioni e di preparati, mi riuscirà accertare.

I. Il prepollice e il postminimo del Coniglio ed il pollice rudimentale degli Ungulati artiodattili.

La questione, se certe ossa e cartilagini che si trovano in relazione col margine radiale del carpo, come l'osso falciforme della Talpa e il così detto sesamoide radiale di molti altri mammiferi, come pure parti consimili dello scheletro del piede debbano oppur no essere considerati come rudimenti di un dito radiale o tibiale scomparso, cioè di un *prepollice* o di un *prealluce*, è stata argomento di varie recenti pubblicazioni. Il problema è stato trattato ampiamente dal lato dell'Anatomia comparata, principalmente per opera del K. Bardeleben (1), del Gegenbaur (2) e della signorina Albertina Carlsson (3), che possiamo prendere come i rappresentanti di tre diverse opinioni in proposito.

Mentre il Bardeleben vede nelle parti in discorso residui di un vero raggio scheletrico, Gegenbaur, invece, nega loro qualsiasi importanza morfologica. Tale è pure l'avviso del Tornier (4), il quale, a sostegno della sua tesi, pone in rilievo la non omologia dei diversi ossicini che possono trovarsi al margine tibiale del piede dei mammiferi e che, secondo lui, rappresentano modificazioni di tendini e ligamenti. Le ricerche accuratissime della Carlsson, che ha studiato, non solo lo scheletro e i ligamenti, ma ancora i muscoli, nervi e vasi, conducono l'autrice a conclusioni riservatissime. Essa ritiene che, mentre taluni fatti parlerebbero in favore della tesi di Bardeleben, pure è possibile che siano conseguenza di speciale adattamento e che si può quindi ammettere, tanto la riduzione di raggi preesistenti, quanto il differenziamento di nuove ossa e cartilagini, entrate secondariamente a far parte dello scheletro delle estremità.

Ma i lavori dell'esimia svedese mostrano pure un'altra cosa: l'impotenza della pura anatomia comparata a risolvere la questione, perchè in questo, come in molti altri casi, essa ci porge una serie di condizioni svariate, nella quale è riservato al nostro arbitrio giudicare quali siano primitive e quali derivate. Rimane a tentare un'altra via: quella dell'onto-

(1) Bardeleben — (I) *Ueber neue Bestandtheile der Hand-und Fusswurzel*, in Jena, Zeit. Naturw. 19 Bd. 1885, Sitz. Ber. p. 149-164. — (II) *Zur Entwickelung der Fusswurzel:* ibid. p. 27-32. — (III) *Zur Morphologie des Hand-und Fussskeletts:* ibid. p. 84-88. — (IV) *On the praepollex and praehallux* etc., in Proc. Zool. Soc. London 1890, p. 259-262, pl. 30.

(2) Gegenbaur — *Ueber Polydactylie*, in: Morph. Jahrb. 14 Bd. p. 394-406.

(3) Carlsson — *Untersuchungen über die weichen Theile der sog. überzähligen Strahlen an Hand und Fuss.* in: Bihang K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 16, Afd. 4, N. 8, 1891.

(4) Tornier — (I) *Giebt es ein Praehallux-Rudiment?* in: Sitz. Ber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin 1889, p. 175-182. — (II) *Ueber den Säugethier-Praehallux,* in Arch. f. Naturg. 1891, 2 Heft.

genia, cioè della comparazione delle condizioni successive di sviluppo di una medesima parte dell'organismo, fra loro e con altri fatti anatomici ed embriologici. — Questo è quanto mi sono provato di fare e di cui ho dato un primo saggio, in una comunicazione preliminare pubblicata due anni addietro (1). Ammettendo pure che i fatti dell'anatomia comparata e della paleontologia dimostrano perentoriamente che i Mammiferi, e gli Amnioti in genere, non hanno mai posseduto più di cinque dita sviluppate, ho creduto dover ritenere, per i fatti ontogenetici da me descritti, che il sesamoide radiale è il rudimento di un raggio scheletrico, cioè di un prepollice, scomparso fin da tempi remotissimi, e che certe formazioni più vistose, come l'osso falciforme della Talpa, e quella sporgenza singolare, fornita talvolta di una specie d'unghia, che esiste nella mano del *Pedetes caffer*, sono prodotti di un nuovo adattamento, avente per base quell'antico rudimento; opinione questa molto affine a quella espressa anteriormente dal Kollmann (2).

Nel suo secondo lavoro, il Tornier (3), adottando le considerazioni esposte dal Kohlbrugge (4), pare non abbia inteso il significato del mio argomento, quando scrive che la comparsa precoce di un pezzo scheletrico non è una prova contro la sua natura di semplice osso sesamoide, perchè la rotula, che pure deve essere considerata come tale, quando esiste, apparisce presto anch'essa. — L'importante, nella mia osservazione, non è la comparsa precoce del prepollice, nell'embrione del Coniglio: è invece la sua comparsa in un luogo diverso da quello che occuperà definitivamente, per la qual cosa deve cambiare posizione nel corso della ontogenesi, onde venire a collocarsi nel piano dell'aponevrosi palmare, mentre invece dovrebbe formarsi fin da principio in questo piano, se fosse il prodotto di un semplice differenziamento istologico dell'aponevrosi anzidetta; — è ancora il suo volume relativamente molto maggiore, rispetto all'insieme del carpo, nei giovani embrioni che negli embrioni più inoltrati nel loro sviluppo, fatto che caratterizza con evidenza un organo rudimentale, o un organo la cui importanza è diminuita nel corso della filogenesi.

Scopo di queste pagine è di mostrare che, nel suo sviluppo, il prepollice del Coniglio offre grandi rassomiglianze con un organo che è indubbiamente un raggio rudimentale della mano, cioè col trapezio del Porco.

---

(1) Emery — *Zur Morphologie des Hand-und Fussskeletts,* in: Anat. Anzeiger, 5. Jahrg. p. 283-294.

(2) Kollmann — *Handskelett und Hyperdaktylie,* in Anat. Anzeiger. 3 Jahrg, 515-529.

(3) l. c. p. 11 dell'estratto.

(4) Kohlbrugge — *Versuch einer Anatomie des Genus Hylobates.* etc. Amsterdam, 1891.

Mi occuperó anzitutto del Coniglio.

Il carpo del Coniglio comprende, secondo la descrizione degli Autori, 9 pezzi ossei; evvi cioé, oltre quelli che compongono il carpo umano, un centrale libero. A questi pezzi, bisogna aggiungere una striscia cartilaginea, compresa nell'aponevrosi palmare, la quale dall'articolazione tra scafoide e trapezio (cui é unita per mezzo di ligamenti) si porta obliquamente verso il centro della vola. Ivi sostiene un piccolo ammasso di tessuto fibroso tendineo, che forma lo scheletro di una sporgenza cutanea, rudimento del cuscinetto tattile radiale dei Muridi. Detta cartilagine, che é descritta per la prima volta nella mia nota citata, é omologa all'osso falciforme della Talpa e al sesamoide radiale di molti Mammiferi: rappresenta cioé quello che, con Bardeleben, io considero come un dito rudimentale, il prepollice.

Premesso questo cenno delle condizioni adulte, esamineró ora in qual modo si differenziano nell'embrione. Ció facendo, non intendo dare una descrizione dello sviluppo dello scheletro cartilagineo della mano, ma soltanto esporre quei fatti che mi sembrano capaci di rischiarare la morfologia delle dita rudimentali.

In un primo periodo dello sviluppo, l'abbozzo embrionale dei membri costituisce un'appendice a forma di paletta, il cui piano é diretto parallelamente all'asse del corpo, in modo che la parte anteriore (cefalica) del suo lembo corrisponde al futuro margine radiale o tibiale, la parte posteriore (caudale), al margine ulnare o fibulare del membro. Esso é costituito da una massa omogenea di mesoderma, nella quale si vedono penetrare grossi tronchi nervosi. Racchiude pure delle lacune sanguigne, che formano, lungo il lembo dell' abbozzo, un seno marginale piú o meno completo, forse omologo alla vena che corre lungo il margine delle pinne dei Selaci.

In uno stadio piú inoltrato del membro anteriore, esaminando delle sezioni condotte secondo il piano del membro, si vede che le cellule del mesoderma si sono addensate localmente, formando delle striscie raggianti oscure a contorni sfumati, separate da interradii piú chiari, cioé piú poveri di cellule, le quali striscie o raggi, partendo dal lembo dell'abbozzo, si dirigono, convergendo, verso il suo centro che peró non raggiungono (fig. 1). Esse mettono capo ad una zona ad arco, la quale ricongiunge fra loro gli estremi del radio e dell'ulna, che sono fortemente divergenti verso il loro estremo distale, comprendendo fra loro un largo spazio interosseo chiaro, ed offrono giá un principio di differenziamento istologico. Nei raggi, i vasi, ossia le lacune sanguigne mancano del tutto, mentre se ne vede negli spazi interradiali, e stanno in rapporto col seno marginale.

Nella preparazione figurata (fig. 1), che é tolta da un embrione di co-

niglio di 14 millim., si vedono tre raggi ben distinti, che corrispondono alle dita 2-4. Agli estremi radiale e ulnare dell'abbozzo, due striscie scure molto più larghe contengono il materiale che formerà poi il pollice e il 5° dito. Il confronto con lo stadio seguente (fig. 2, 3, 4) fa riconoscere che quelle strisce estreme non devono riguardarsi come omodiname ciascuna ad uno dei tre raggi meglio differenziati, ma come rappresentanti la somma di più raggi estremi radiali e ulnari, di cui qualcuno potrà ancora manifestare la sua esistenza in modo transitorio, durante l'ontogenesi (1), in forma di raggio più o meno completo (prepollice e postminimo), per poi sparire del tutto o persistere in forma rudimentale (cartilagine palmare, pisiforme). Nella fig. 1, è specialmente evidente l'esistenza di un abbozzo del postmininimo, unito a quello del 5° dito.

Lo stadio ora descritto corrisponde allo stadio crossopterigiale delle pinne embrionali o larvali dei pesci, e il suo scheletro ricorda quello della pinna pettorale del *Polypterus*. Credo dovere perciò ammettere l'esistenza di uno *stadio crossopterigiale*, come forma primitiva o fondamentale, nello sviluppo dei membri di tutti i vertebrati; sono convinto che una condizione consimile sarà trovata ancora nelle altre classi.

Prendo come tipo del III stadio la mano di embrioni di 18 millim. (fig. 2-4). Il suo contorno è poligonale ed offre una sporgenza notevole ad angolo rotondato (fig. 2 e 4, *pm*) dopo il 5° dito. La sua superficie lascia scorgere, come cercini rilevati, le cinque dita normali, ancora tutte distese in un piano. Studiando questa mano sulle sezioni, si vede che alle dita corrispondono larghe striscie scure; in ciascuna di esse è già differenziato in forma procondrale un metacarpale. La zona oscura che, nello stadio precedente, riuniva ad arco le estremità distali delle cartilagini dell'avambraccio è ora più diritta e più larga: in essa si scorgono, in forma incerta e quasi nuvolosa, i contorni dei vari pezzi del carpo. Il radio e l'ulna sono molto meno divergenti, e il loro differenziamento istologico molto più inoltrato, la diafisi essendo già cartilaginea.

Al lato ulnare del 5° dito, e separata da esso, per mezzo di una zona chiara, apparisce, in alcune sezioni (fig. 2-4), una striscia scura che parte da quel punto del carpo ove si scorge l'accenno del pisiforme e si reca a quell'angolo sporgente del margine della mano, di cui ho detto sopra. Questa striscia si comporta, pel suo aspetto, per la sua struttura e pei suoi rapporti, sia col carpo, sia col margine della mano, precisamente come le striscie che rappresentano le dita medie nello stadio precedente.

---

(1) Parlando di sue ricerche embriologiche inedite nell'adunanza della Società anatomica, tenuta in Würzburg nel 1888, il Bardeleben disse di avere veduto accenni di raggi sopranumerari nelle estremità di embrioni di Mammiferi, ma non descrisse sotto quale aspetto si mostrassero (Anat. Anzeiger, 3 Jahrg. p. 529).

Io la considero perció come l'accenno transitorio di un dito ulnare scomparso, il *postminimo*, avente per carpale proprio il pisiforme; questo accenno si é differenziato, insieme a quello del mignolo, da quella larga striscia scura che, nello stadio II (fig. 1, V, *pm*), occupava l'estremo ulnare dell'abbozzo della mano. Vedremo, nella capra (fig. 15), il pollice apparire precisamente nella medesima forma e sparire poi, senza lasciare alcuna traccia di sé.

Un altro accenno consimile trovasi all'estremo radiale della mano, al di lá del pollice. Essó é peró piú difficile a riconoscere, perché la striscia di mesoderma a cellule stipate che lo costituisce non é parallela al piano delle altre dita, ma si dirige obliquamente verso la faccia palmare; non si trova quindi compresa, per tutta la sua lunghezza, in una sezione condotta secondo il piano generale della mano. Questo é l'accenno del prepollice; per vederlo in tutta la sua estensione, bisogna seguirlo in una serie di sezioni (fig. 3, 4). Verso la sua base, lascia vedere una massa rotondeggiante di tessuto piú fitto, addossata all'accenno dello scafoide (fig. 2, *pp*).

Forse, in uno stadio intermedio fra II e III, riuscirebbe trovare l'accenno del prepollice nel piano delle altre dita: non ho embrioni di uno stadio cosiffatto. Ma lo spostamento dell'estremo distale del prepollice verso la superficie volare non é che il principio di uno spostamento ancora maggiore, il quale condurrá, negli stadi seguenti, questo raggio rudimentale a collocarsi poi perpendicolarmente al piano della mano (Stadio IV, embrioni di 23 millim.). Lo dimostrano le fig. 5 e 6, corrispondenti a 2 sezioni della stessa serie, distanti fra loro circa 0,30 millim., e ancora meglio la fig. 7 che rappresenta una sezione perpendicolare al piano della mano, nel medesimo stadio.

In uno stadio ancora piú inoltrato (V, embrioni di 40 millim.), il prepollice é divenuto parallelo al piano della mano, la sua base, essendo ora situata al lato ulnare del trapezio, spostato a sua volta, con tutto il pollice, verso la faccia volare del membro (fig. 8).

Durante la sua migrazione, l'accenno del prepollice continua ad essere costituito da una massa di mesoderma indifferente, a cellule stipate: non diventa cartilagineo che piú tardi, quindi dopo che ha raggiunto, giá da qualche tempo, la sua posizione definitiva.

Il carpo del Porco é composto degli stessi pezzi come quello dell'uomo. Peró, mancando il pollice, il trapezio (1) non é congiunto col meta-

(1) Mentre Cuvier, e quasi tutti gli autori moderni di anatomia veterinaria descrivono il trapezio del Porco, il Meckel ne nega l'esistenza, e questo errore si trova ripetuto dal Gegen-

carpo, ma si dirige verso la palma della mano e si prolunga in una punta, che é unita con l'aponevrosi palmare, per mezzo di un fascio ligamentoso. Tutto il carpo é fortemente curvato nel senso trasversale, a guisa di gronda ricoperta dalla aponevrosi palmare, in modo da formare un canale nel quale passa il fascio dei muscoli e tendini flessori delle dita.

La forma del trapezio potrebbe far sospettare che, come ha supposto il Franck (1) quest'osso, comprenda un rudimento di metacarpale I, opinione contradetta da Al. Rosenberg e che l'ontogenia non appoggia direttamente, ma, a parer mio non contradice neppure, come cercheró di mostrare più innanzi. Comunque siasi, l'osso detto trapezio nella mano del Porco é il rudimento di un dito scomparso, e perció il suo modo di svilupparsi merita la nostra attenzione, come elemento importante, da confrontarsi con i residui del prepollice che ho descritti sopra nel Coniglio.

Io non sono riuscito a procurarmi embrioni di Porco nel periodo di sviluppo corrispondente al mio stadio II del Coniglio. Quelli che passo ora a studiare (fig. 9 e 10) misurano 23 millim. e sono già più inoltrati nel loro sviluppo dello stadio III del Coniglio. Le ossa del carpo sono già tutte differenziate allo stato procondrale, come ancora i metacarpali delle 4 dita, le due prime falangi delle due dita principali e la prima falange delle due altre dita. Ma un residuo della striscia oscura che costituiva il primo accenno delle dita circonda di largo lembo questi pezzi scheletrici, e si estende oltre la loro estremità, verso l'apice del membro. Esistono ancora dei residui del seno sanguigno marginale, dal quale partono coppie di vasi paralleli, per ciascuno degli spazii compresi tra i raggi scheletrici.

Lo scheletro del pollice é rappresentato da un piccolo pezzo di tessuto procondrale, il « trapezio » dell'adulto, congiunto con la pelle, per mezzo di una striscia oscura di mesoderma indifferente, ricco di nuclei, residuo del primo accenno del pollice il quale doveva certamente essere, in principio, situato pressoché nel piano generale della mano. Ora questo raggio é già fortemente deviato verso la faccia volare della mano, e il « trapezio »,

---

baur (Carpus und Tarsus, p. 43), dall'Owen (Comparative Anatomy of Vertebrates, p. 480) e dal Flower nella sua osteologia dei Mammiferi, generalmente tanto esatta. Anche Ercolani si è occupato della questione, nella sua memoria sulla polidattilia (Memorie Accad. Bologna (4) T. III): egli suppose l'esistenza di differenze di razza, nel numero delle ossa del carpo, e cita in proposito due scheletri privi di trapezio, conservati nel Museo della scuola veterinaria di Bologna. Vi sono infatti, in quel museo, uno scheletro completo e una mano staccata di Porco, in cui il trapezio manca. Però, come mi faceva giustamente osservare il Dott. Peli, in quei preparati, il trapezoide offre una faccetta articolare che doveva, senza dubbio, stare in relazione con un trapezio, oggi perduto. Questo pezzo potrebbe essere stato smarrito, oppure essere rimasto cartilagineo, e quindi distrutto durante la macerazione dello scheletro. Fino a prova del contrario, io ritengo che il trapezio è elemento costante della mano del Porco, e che la sua assenza costituirebbe una notevolissima anomalia.

(1) L. Franck -- *Handbuch der Anatomie der Haussäugethiere.* Stuttgart 1871, p. 243.

come risulta dalle fig. 9 e 10, si vede in sezioni più vicine a questa faccia che non siano quelle che interessano il trapezoide e gli altri pezzi della serie distale del carpo.

In embrioni di poco più inoltrati (24 millim.), non v'è quasi più traccia della striscia scura che univa il trapezio alla pelle. Questo pezzo scheletrico ha continuato la sua evoluzione (che però non è ancora compiuta) verso la faccia volare della mano; ciò risulta chiaramente dal confronto delle fig. 11 e 12 che riproducono due sezioni di una stessa serie, distanti fra loro 0,16 millim.

Il « trapezio » raggiunge la sua posizione definitiva in embrioni di 30 millim., come lo dimostra una sezione normale al piano della mano in questo stadio (fig. 13).

Se il lettore vorrà confrontare accuratamente le fig. 9 e 10 che riguardano la mano di embrioni di Porco, con le fig. 3 e 4 che si riferiscono all'embrione di Coniglio, credo che riconoscerà con me una grande rassomiglianza tra l'accenno del pollice nel primo e quello del prepollice nel secondo. E, confrontando fra loro le due serie di embrioni, apparirà ancora che gli spostamenti dei pezzi scheletrici derivati dall'uno e dall'altro accenno, durante lo sviluppo, offrono fra loro la massima conformità. La forma degli accenni embrionali e le vicende per le quali essi passano, per raggiungere la loro condizione definitiva, vengono dunque in appoggio al concetto che sostengo, cioè all'omodinamia del prepollice con un vero raggio scheletrico, ossia con un dito della mano.

Tra gli embrioni di Porco del primo stadio che ho descritto, se ne trovava uno, la cui mano sinistra offriva cinque dita distinte, mentre la mano destra non differiva, nè esternamente, nè nella sua anatomia, da quella dei suoi fratelli (1). Ho diviso questa mano anomala in una serie di sezioni di 0,02 millim. di spessore, e me ne sono valso per ricostruire graficamente lo scheletro del membro: il risultato di questa ricostruzione è rappresentato dalla fig. 14.

Le ossa della serie prossimale del carpo non offrono differenze notevoli, rispetto agli esemplari normali; così pure il trapezoide, il capitato e l'uncinato. Il trapezio ha con lo scafoide e col trapezoide le relazioni normali, ma si prolunga in un lungo pezzo, che, per la sua posizione, e pel grado di differenziamento istologico, corrisponde al metacarpale delle dita normali; esso porta all'estremità un rudimento di falange, meno differen-

(1) Questi embrioni mi furono dati parecchi anni addietro dal Prof. A. Angelucci; devo pure altri embrioni alla gentilezza del Prof. S. Richiardi.

ziato di quello delle altre dita. Rappresenta dunque un carpo-metacarpale, cioé il risultato della fusione del $c._1$ col $mt._1$.

Fra i molti casi di iperdattilia osservati nel Porco, havvene uno, descritto dall'Ercolani (1) a pag. 768 della sua memoria, il quale mi pare corrisponda precisamente a quello che sarebbe divenuto il mio embrione, se avesse proseguito il suo sviluppo. Ho esaminato il preparato originale che si conserva nel Museo della Scuola veterinaria ed é la mano destra del N.° 1061 (2): in questo preparato, la seconda serie del carpo é apparentemente composta di sole tre ossa, mancando il trapezio, come lo descrive Ercolani, ma il metacarpale del dito sopranumerario offre alla sua base, col trapezoide e con lo scafoide, le relazioni stesse che avrebbe il trapezio in una mano normale. Bisogna quindi riguardarlo come un carpo-metacarpale. Il dito portato da quest'osso é un poco piú piccolo del dito normale adjacente ed ha tre falangi, delle quali la seconda é brevissima. Tutto lo scheletro delle zampa ha un aspetto niente affatto mostruoso, per cui, fra tutti gli esempi di iperdattilia del Porco conservati nel Museo della Scuola veterinaria, é quello che, piú d'ogni altro, desta l'impressione di anomalia per atavismo. In tutti gli altri preparati che ho veduti, il dito radiale sopranumerario é molto grande, o bifido, o altrimente deforme, e l'armonia delle parti del carpo ne rimane alterata.

Peró il dito sopranumerario del caso in parola differisce da un vero pollice, pel fatto dell'esistenza di tre falangi; e questa condizione porterebbe a farlo considerare come un raddoppiamento del 2° dito, anziché come un pollice ricomparso per atavismo. Tale é appunto l'opinione del Bonnet (3) per i numerosi casi da lui osservati, in una razza di porci nella quale l'iperdattilia era ereditaria ed in cui egli ebbe a riscontrare tutti i gradi del raddoppiamento del 2° dito. — Tanto nel mio embrione quanto nel preparato di Ercolani, si oppongono a questa interpretazione le relazioni di quello che potrebbe considerarsi come il metacarpo del dito sopranumerario col trapezoide e con lo scafoide, relazioni, come giá dissi, identiche a quelle che ha con essi normalmente il trapezio, e per le quali credo dover riguardare quel pezzo scheletrico, non come un metacarpale, ma come un carpo-metacarpale. Si tratta dunque, a mio avviso, di un vero pollice, per quanto anomalo nel numero delle sue falangi.

Secondo il mio modo di pensare, perché si possa ammettere l'influenza dell'atavismo in un'anomalia, non é necessario che l'organo anomalo ri-

---

(1) Ercolani — *Della polidattilia e della polimelia nell'uomo e nei vertebrati;* in: Mem. Accad. Bologna (4) Tomo III, p. 726-828, 4 tav.

(2) La mano sinistra dello stesso animale ha 6 metacarpali e dita e 4 carpali nella serie distale, dei quali il primo offre tracce di duplicità.

(3) R. Bonnet — *Grundriss der Entwickelungsgeschichte der Haussäugethiere.* Berlin 1891, p. 199.

peta, in ogni suo particolare, le condizioni che, a nostro parere, esso doveva offrire nei remoti antenati, alla cui eredità vogliamo attribuirne l'origine (1). Basta che l'organo anomalo offra con la supposta condizione normale atavica una spiccata rassomiglianza, che sarà tanto più importante se dessa si riferirà al modo di formazione nella ontogenesi. Tale è infatti il caso nel mio embrione: il dito sopranumerario si sviluppa a spese di quella striscia di mesoderma che rappresenta il rudimento del pollice; è dunque l'omologo del pollice, qualunque sia il numero delle sue falangi, qualunque possano essere le aberrazioni che offrirà più tardi nella sua struttura. Tale deve ritenersi ancora il dito sopranumerario, nel caso di Ercolani descritto sopra.

Ho detto in qual modo si formano, nello stadio che potremmo chiamare « crossopterigiale », i primi accenni della mano del Coniglio: io sono convinto che il processo deve essere pressochè lo stesso in tutti i Mammiferi. Mentre le dita medie sono le prime ad accennarsi, in mezzo all'abbozzo del membro, rimane, ai margini radiale e ulnare della mano, un residuo incompletamente differenziato, in cui andranno formandosi, più tardi, le dita estreme. A mio parere, esso rappresenta non solo queste dita, ma ancora la somma di quei raggi dell'ittiopterigio che non hanno più omologhi nella mano dei Mammiferi, ai quali raggi bisogna aggiungere, inoltre, quelli non completamente scomparsi, i cui avanzi sono rappresentati dal prepollice e dal postminimo. — Se mai influenze ataviche giungono a manifestarsi nello sviluppo della mano, esse eserciteranno la loro azione su quelli accenni rudimentali, procurandone la persistenza e l'ulteriore differenziamento. — D'altronde, le influenze teratogene non atavistiche potranno agire più efficacemente e più lungamente su quelle parti dell'embrione che conservano, fino in stadî relativamente inoltrati, una condizione d'indifferenza, ed in cui si celano, quasi come gemme dormenti, rudimenti destinati a sparire, ai quali però non manca una semispenta potenza formativa di nuovi raggi. E questa potenza atavica si desterà tanto più facilmente e con maggiore intensità, quando il rudimento che tende ad acquistare insolito sviluppo è quello di un raggio scomparso in un periodo relativamente recente della filogenesi, quale è appunto il pollice del Porco.

Influenze teratogene accidentali e atavismo si appoggiano quindi a vicenda e con varia intensità, nelle diverse parti e nelle singole forme animali. Questo ci spiega perchè le dita sopranumerarie siano più frequenti ai margini radiale e ulnare della mano, anzichè negl'intervalli delle dita normali; appunto perchè ai margini trovansi i rudimenti del prepollice e del postminimo. E ci spiega ancora perchè, nel Porco, siano più frequenti

(1) Veggasi Kollmann l. c.

di molto al margine radiale che al margine ulnare, perchè hanno per punto di partenza il così detto trapezio, rudimento del pollice, cioè di un dito che esisteva ancora nelle forme primitive degli Artiodattili (1).

Influenze teratogene accidentali e atavistiche possono dunque partecipare insieme allo sviluppo della iperdattilia; perciò, un dito che si sviluppi al lato radiale della mano del Porco avrà in maggiore o minore grado i caratteri di un vero pollice, secondo che sarà stata più o meno grande la parte dell'atavismo, nel determinare lo sviluppo dei germi rudimentali esistenti al margine radiale della mano embrionale. — Dovranno essere giudicate, nello stesso modo, le dita sopranumerarie dell'uomo e delle mani pentadattile in genere. Avendo esse per punto d'origine quelli accenni rudimentali che servono a formare il prepollice e il postminimo, esse devono però la loro esistenza, in parte a cause teratogene accidentali, e non sono quindi, nella grande maggioranza dei casi, nè pure formazioni teratologiche nè puri atavismi.

Dopo questa escursione nel campo della teratologia, vediamo se non sia possibile applicarne qualche risultato alla interpretazione del significato del « trapezio » del Porco. Io non sarei alieno dal riguardare il carpometacarpale I della mano pentadattila fetale da me descritta come completamente omologo al « trapezio » normale. Con ciò verrei ad appoggiare l'opinione citata del Franck, che ravvisa nel « trapezio », oltre il carpale I, anche un rudimento di metacarpo. Io esprimo questa come una supposizione che mi sembra verosimile, per la quale mi mancano tuttavia prove perentorie.

Il Bonnet accenna alla possibilità della formazione di un metacarpale I cartilagineo, che più tardi sparisce, senza ossificarsi. Dal tenore delle sue parole che riferisco in nota (2), pare che l'osservazione non sia sua. Io non conosco osservazioni positive di accenno *cartilagineo* del metacarpale I. Quello che Baur (3) considera come accenno *non ancora cartilagineo* di questo pezzo, in un embrione di Porco di 18 millim. corrisponde a quella zona oscura che costituisce l'accenno mesodermico indifferente

---

(1) W. B. Scott — (*Zur Kenntniss der Oreodontidae,* in Morph. Jahrb. 1890, p. 330 e 365; Tav. 16, fig. 27) ha dimostrato l'esistenza del pollice in alcuni generi *(Oreodon* e *Protoreodon)* di Artiodattili dell'Eocene. Questo dito doveva dunque essere sviluppato negli antenati comuni di essi e dei Suini.

(2) l. c. p. 199.... legt sich.... wie es scheint regelmässig noch ein knorpeliges Carpale I an, zu welchem sich auch noch ein vorübergehend vorhandenes knorpeliges metacarpale I gesellen soll. Weitere Spuren einer Daumenanlage sind bislang nicht beobachtet worden (Agenesie). Das knorpelige Metacarpale I schwindet wieder, ohne zu verknöchern.

(3) G. Baur — (I) *Der Carpus der Paarhufer; eine morphogenetische Studie,* in: Morph. Jahrb. 9 Bd. p. 597-603.

di tutto il raggio scheletrico, e che non dà origine a nessun metacarpale cartilagineo. Se realmente fosse provata, anche come anomalia, l'esistenza temporanea nell'embrione del Porco di un metacarpale I cartilagineo, che svanisse poi, senza fondersi col carpale I, sarebbe un argomento di molto valore contro il mio modo di pensare, circa la morfologia del « trapezio ». Per conto mio, non ho mai veduto nulla di simile in nessuno stadio di sviluppo.

Mentre l'accenno rudimentale del pollice, in embrioui di Porco di 23 millim., ci ha offerto le più strette rassomiglianze con quello del prepollice del Coniglio di 18 millim. il rudimento ancora più ridotto del pollice, in un giovane embrione di Capra (fig. 15), ricorda quello descritto sopra del postminimo del Coniglio (fig. 1, 2).

Nella sezione figurata, si vede il margine radiale della mano formare due angoli, dei quali l'uno corrisponde al dito II, l'altro al pollice. Una striscia di mesoderma con molti nuclei congiunge ciascuna di quelle sporgenze col carpo e rappresenta l'abbozzo rudimentale dello scheletro di queste due dita, il quale darà origine ad una sottile cartilagine pel 2° dito, mentre pel pollice, sparirà senza lasciare alcun vestigio di sè. Lo stadio di sviluppo dei membri di questo embrione di Capra è intermedio fra quelli degli embrioni del Coniglio di 14 e 18 millim.

Se i fatti che ho descritti nelle pagine precedenti varranno a determinare nell'animo del lettore il mio convincimento, che esistono realmente nella mano dei Mammiferi rudimenti di dita radiali e ulnari, oltre le cinque dita tipiche, non so. Più che nelle parole, ripongo la mia fiducia nelle figure che ho cercato di ritrarre quanto più fedelmente mi è stato possibile dai preparati. — Come nelle mie comunicazioni preliminari, io mi sono occupato qui soltanto della mano, il cui scheletro offre condizioni relativamente primitive, rispetto a quello molto più specialmente differenziato del piede. Credo che rudimenti dello stesso genere devono esistere, anche nei membri posteriori; ma le condizioni morfologiche sono qui molto più difficili ad interpretare, per la qual cosa non ho creduto opportuno formolare un giudizio che potrebbe essere prematuro.

Dalle mie osservazioni, si può ancora dedurre un'altra conclusione; che bisogna essere molto riservati nel proclamare, come è stato fatto più volte senza prove sufficienti, che un determinato elemento dello scheletro manchi « *per agenesi* ». Gli accenni primitivi delle dita mancanti nell'animale adulto sono talvolta fugacissimi; possono ridursi, come ad es. il pollice della Capra, ad una striscia quasi nuvolosa di nuclei mesodermici e ad uno leggero rilievo della superficie; la loro durata può essere effimera; ma, scomparsi che siano, senza lasciare di se la benché minima

traccia, non sono perciò meno esistiti, e non fanno meno fede della tenacità dei ricordi morfologici, nel procedere rapido, ma ordinato sempre, dello sviluppo ontogenetico.

Se pertanto, dando alle parole un senso ristretto, si volesse considerare come agenesi di un pezzo scheletrico la mancanza del suo differenziamento in un tessuto determinato, cartilagineo, od osseo, o tendineo, ciò non potrebbe dirsi di altri pezzi, i quali, senza essere mai esistiti indipendenti nello scheletro di una data specie, vi esistono virtualmente, come parte integrante di un pezzo complessivo. Di un caso di questo genere mi occuperò nel capitolo seguente.

II. Il centrale del carpo dell'Uomo e degli Ungulati.

Fra i vari ordini di Mammiferi che vanno compresi sotto il nome di ungulati, il solo genere *Hyrax*, i cui membri offrono più d'un carattere primitivo, possiede un centrale libero, nel suo carpo. Sono stati descritti ancora, dal Rütimeyer (1), dal Baur (2) e da altri, alcuni casi in cui il centrale sarebbe rimasto distinto in giovani Elefanti. Ma, tanto nei Perissodattili quanto negli Artiodattili, non è stato, a mia conoscenza, rinvenuto, nè allo stato normale, nè come anomalia.

Era perciò questione morfologica interessante da risolvere, se questo elemento tipico del carpo fosse assente per mancanza di formazione (agenesi), o se invece esistesse, fuso con un altro elemento. Le ricerche di A. Rosenberg (3) sul Cavallo e su diversi Artiodattili, compreso anche il Porco, ebbero risultati negativi, per cui l'autore si pronunzia in favore dell'agenesi. Io ho fatto alcune osservazioni che mi portano a ritenere, col Baur (I), che il centrale del Porco, e probabilmente quello degli altri Artiodattili, si fonde molto precocemente col radiale, per cui lo scafoide di questi animali deve essere definito come radio-centrale. Prima di descrivere il fatto sul quale appoggio la mia opinione, gioverà riepilogare quanto avviene nello sviluppo del carpo dell'uomo.

L'esame di un feto umano, le cui mani misuravano 4.5 millim. dalla articolazione radio-carpale alla punta del 3° dito, mi ha condotto a confermare le conclusioni del Leboucq (4) e di altri, contro quelle di

---

(1) L. Rütimeyer — *Ueber einige Beziehungen zwischen den Säugethieren alter und neuer Welt*, in: Abh. Schweiz. Palaeont. Ges. 15 Bd.

(2) G. Baur — (II) *Bemerkungen über den Carpus der Proboscidier und Ungulaten*, in: Morph. Jahrb. 15 Bd., p. 478-482.

(3) Al. Rosenberg — *Uber die Entwicklung d. Extremitäten-Skeletes bei einigen durch Reduction ihrer Gliedmassen characterisierten Wirbelthieren*, in: Zeit. f. wiss. Zool. 23 Bd. 1872, p. 116-169, tav. 5-7.

(4) Leboucq — *Recherches sur la morphologie du carpe chez les Mammifères*, in: Arch. Biologie, tome 5, 1884, p. 35-102, Pl. 2-5.

E. Rosenberg (1) e di Kölliker (2), cioè ad ammettere che il centrale non sparisce nell'uomo, ma si fonde col radiale. Esaminando una serie di sezioni dirette secondo il piano della mano, si vede, andando dal dorso alla palma, che il limite, ben marcato nelle prime sezioni, fra il centrale e il radiale, diviene poco per volta meno distinto, e riconoscibile soltanto per una striscia più scura, in cui cioè le cellule della cartilagine sono più stipate e allungate (fig. 16), per poi dileguarsi del tutto. Con ciò non pretendo negare che, in qualche altro caso, il centrale non possa comportarsi diversamente, come hanno veduto E. Rosenberg e Kölliker. Il materiale che ho studiato era troppo scarso per servire di base ad un giudizio assoluto.

Vengo ora al Porco. Negli embrioni di 23 millim., le prime 2-3 sezioni (di 0,020 millim. di spessore) che interessano la superficie dorsale del carpo lasciano scorgere al posto dello scafoide, come l'ho rappresentato a fig. 17, due pezzi distinti, che, nelle sezioni seguenti, si mostrano continui fra loro. Ho ripetuto la stessa osservazione in quattro mani, tolte da tre embrioni differenti. — Volendo ora interpretare queste apparenze, io credo dovere ammettere che il pezzo di cartilagine più lontano dall'articolazione radio-carpale rappresenta il centrale, ancora incompletamente fuso col radiale. Detta interpretazione è fondata principalmente sulla rassomiglianza di questo reperto con quanto descrissi pocanzi nel feto umano. Forse in uno stadio di poco più giovane di quello che ho potuto esaminare riuscirebbe vedere il centrale meglio isolato.

Però, anche a questo riguardo, credo che vi sia poco da sperare. La scomparsa del centrale è molto antica nella filogenesi degli Ungulati, come ce lo mostra la paleontologia, e questo spiega la fugace ed incompleta apparizione di questo elemento tipico del carpo, in quello fra gli Ungulati domestici che offre, nella sua mano, le condizioni più primitive. Ritengo pertanto che si possa ragionevolmente ammettere, dietro i fatti esposti, che lo scafoide del Porco non è un semplice radiale, ma un radio-centrale, e che il centrale manca nella mano del Porco a sviluppo inoltrato, non per agenesi, ma per fusione precocissima col radiale.

Ho cercato invano tracce di centrale indipendente nel carpo di embrioni di Capra, e dubito forte che si possa mai rinvenire in questo e in altri Ruminanti, la mano di questi animali essendo molto più differenziata di quella del Porco. Ma questo fatto negativo non implica che l'equivalente del centrale non esista. Sembrami molto più razionale ammettere che gli accenni del centrale e del radiale si fondano insieme, prima che incominci

---

(1) E. Rosenberg — *Uber die Wirbelsäule und das Centrale Carpi des Menschen,* in: Morph. Jahrb., 1 Bd. 175 e seg.

(2) A. Kölliker — *Entwickelungsgeschichte* etc. 2 Aufl. p. 498.

il loro differenziamento istologico, cioé prima dello stadio procondrale. Non vi sarebbe dunque « agenesi » del centrale, ma (mi si conceda il neologismo) « singenesi » di esso e del radiale.

Associandomi adunque all' opinione espressa dal Baur (I) e appoggiata su fatti anatomici e paleontologici, ritengo che lo « scafoide » degli Artiodattili comprende, come quello dell' uomo, il radiale e il centrale, fusi in un pezzo scheletrico solo.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Segni comuni a tutte le figure.

R. radio.
U. ulna.
r. radiale.
ce. centrale.
sc. scafoide.
tr. trapezio.
trd. trapezoide.
cap. capitato.
un. uncinato.
pi. pisiforme.
pp. prepollice.

$pp._1$ primo pezzo (cartilagine) del prepollice.
$pp._2$ secondo pezzo (fibroso) del prepollice.
pm. postminimo.

I, II, III, IV, V } segnano le cinque dita tipiche dei Mammiferi.

$mt._1$, $mt._2$ } metacarpali 1, 2, ecc.

TAVOLA I.

Fig. 1. Membro anteriore sinistro di embrione di Coniglio di 14 millim. (stadio crossopterigiale): sezione parallela al piano del membro. 40:1.

Fig. 2. Membro anteriore destro di embrione di Coniglio di 18 millim.: sezione nel piano del membro. 25:1.

Fig. 3 e 4. Membro anteriore sinistro dello stesso stadio. Due sezioni di una stessa serie distanti fra loro 0.18 millim. 25:1.

Fig. 5 e 6. Embrione di Coniglio di 23 millim.; membro anteriore sinistro. Due sezioni della stessa serie, distanti fra loro 0.30 millim. 25:1.

Fig. 7. Sezione perpendicolare al piano della mano e diretta per il pollice.

Embrione della stessa età di quello cui si riferiscono le fig. 5-6. 25:1.

Fig. 8. Embrione di Coniglio di 40 millim. figura semischematica costruita per combinazione di 5 sezioni dello spessore di 0.02 millim. l'una. 25:1.

TAVOLA II.

Fig. 9 e 10. Embrione di Porco di 23 millim.; mano destra. Due sezioni della stessa serie, distanti fra loro 0.04 millim. 16:1.

Fig. 11 e 12. Embrione di Porco di 24 millim.; mano sinistra. Due sezioni distanti fra loro 0.16 millim. 16:1.

Fig. 13. Embrione di Porco di 30 millim.: sezione perpendicolare al piano volare della mano destra e diretta per il trapezio. 26:1.

Fig. 14. Mano sinistra mostruosa di un embrione di Porco di 23 millim. Ricostruzione dello scheletro veduto dalla faccia palmare.

Fig. 15. Embrione di Capra. Mano destra; sezione parallela al piano del membro. 16:1.

Fig. 16. Sezione del carpo di un embrione umano, la cui mano misurava in lunghezza 4.5 millim. 16:1.

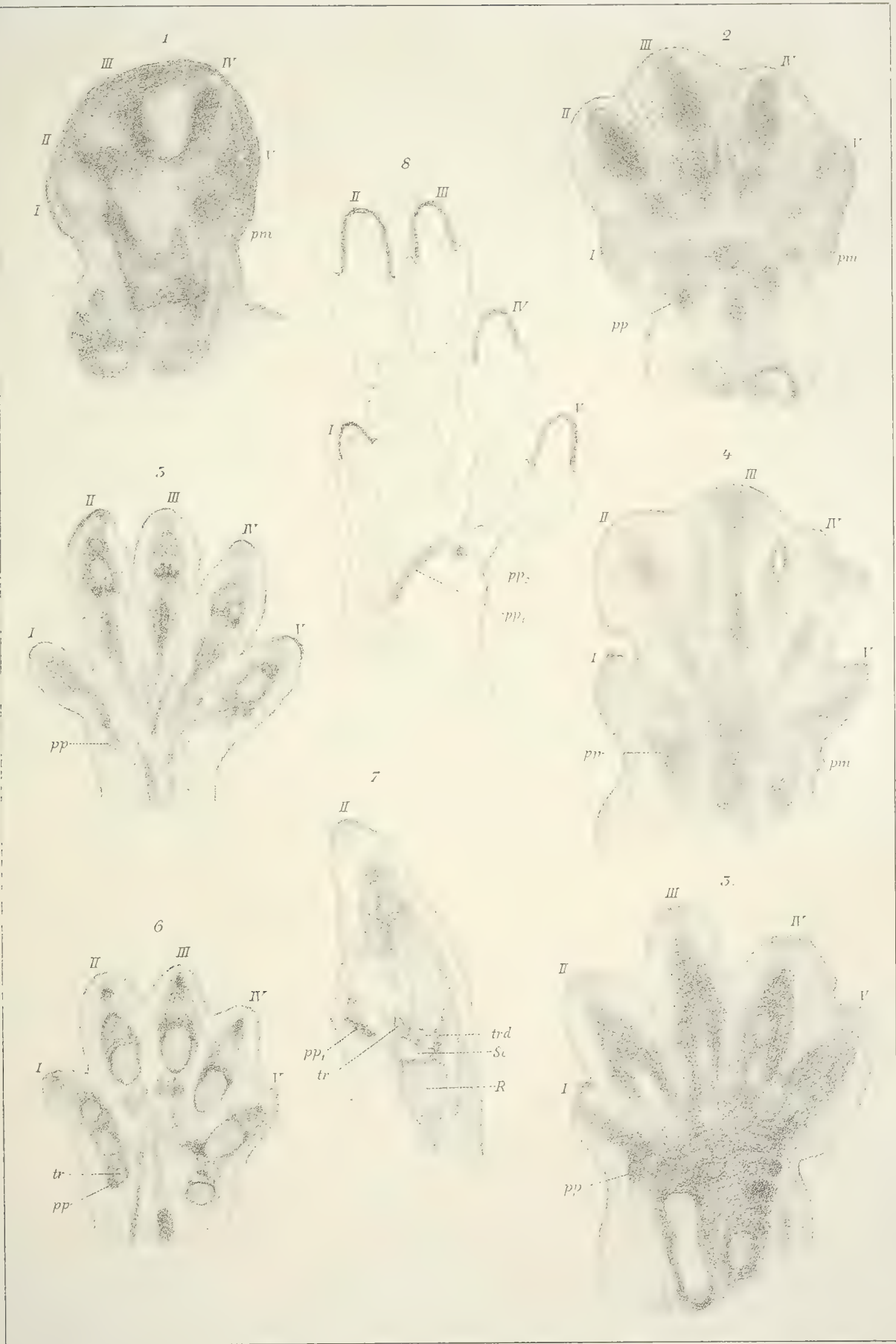
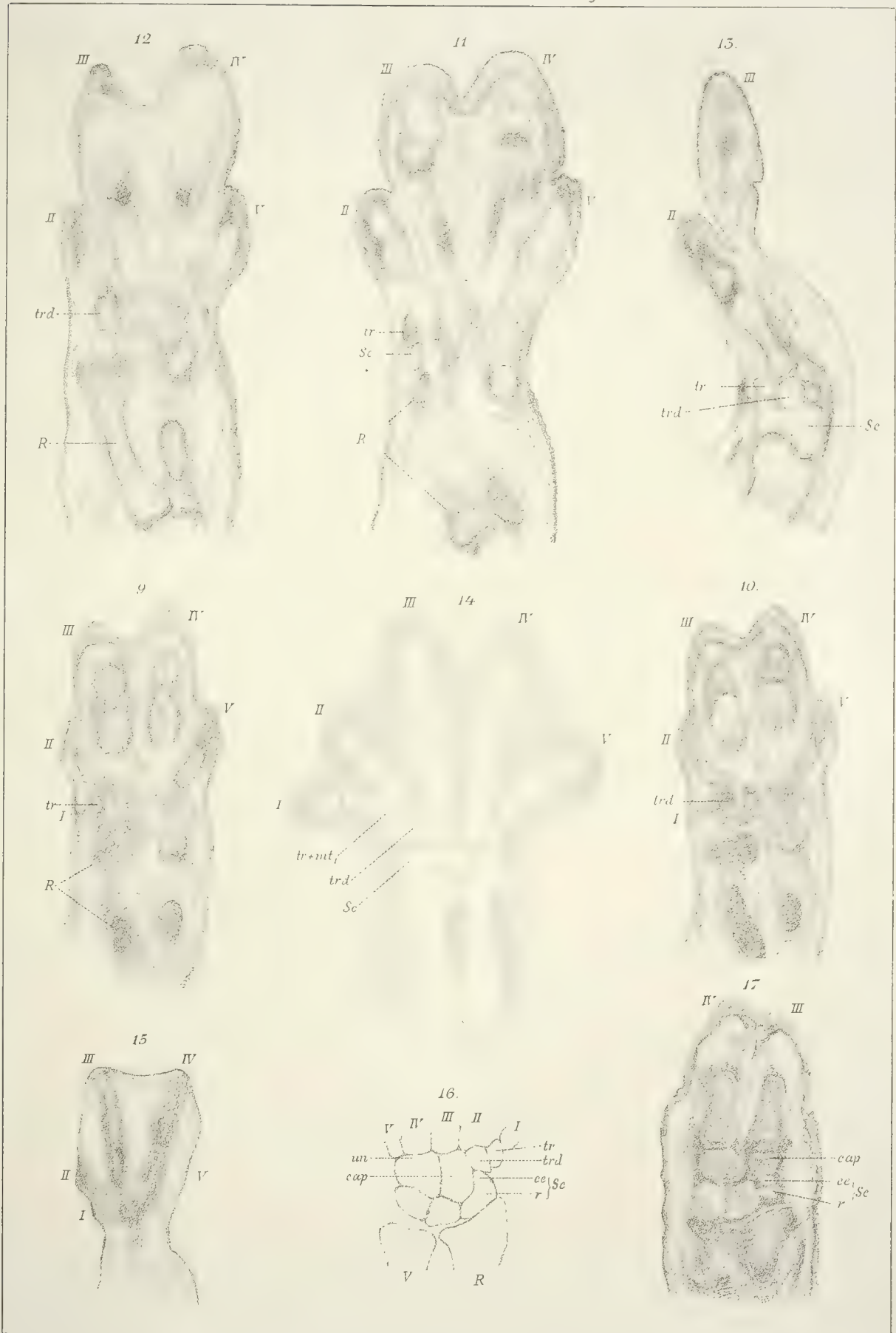
Fig. 17. Embrione di Porco di 23 millim.; mano sinistra; sezione parallela al piano del membro e interessante la parte dorsale del carpo. 16:1.

N.B. Le figure 1-15 sono state disegnate tutte, come se si riferissero alla mano sinistra, veduta dalla faccia palmare; mostrano quindi il pollice a sinistra. Così si rende agevole confrontarle fra loro.

ERRATA-CORRIGE

Nella pagina precedente nèlla spiegazione delle fig. 3 e 4 invece di 25:1 leggi 40:1

1
III
IV
II
V
I
pm
2
III
IV
II
V
I
pm
pp
8
II
III
IV
I
V
pp₂
pp₁
3
II
III
IV
I
V
pp
4
III
II
IV
I
V
pp
pm
7
II
pp₁
tr
trd
Sc
R
6
II
III
IV
I
V
tr
pp
5.
III
IV
II
V
I
pp

C. Emery autogr. Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

ANATOMIA DEL FRUTTO DELLE CASUARINEE

RICERCHE ANATOMICHE SUI TEGUMENTI EMBRIONALI

DEL

PROF. FAUSTO MORINI

MEMORIA SECONDA

(Letta nella Sessione del 24 Aprile 1892)

(CON QUATTRO TAVOLE)

Nella mia prima Memoria sull'Anatomia del frutto delle Casuarinee (1) nella quale feci uno studio Istologico sull'Embrione, mi proposi di svolgere in un successivo lavoro, l'Anatomia dei Tegumenti embrionali, che in dette piante raggiungono un notevole grado di complicazione e di metamorfosi.

Il presente lavoro, che appunto si propone un tale scopo, comprende una dettagliata esposizione dell'intima tessitura dei diversi Tegumenti che avvolgono l'embrione; le mie osservazioni sono dunque circoscritte agl'involucri embrionali bene evoluti, quali si trovano nei frutti perfettamente maturi. Stante però lo scarso materiale che era a mia disposizione, non ho potuto addentrarmi con quell'estensione che avrei voluto nello studio istogenetico, il cui punto di partenza risiede nell'ovulo e nell'ovario prima della fecondazione. La imperfezione in cui mio malgrado ho dovuto lasciare questa parte importantissima é, non v'ha dubbio, una grave lacuna, perché con ciò molte volte non si potrá con sicurezza giudicare non solo

---

(1) Anatomia del frutto delle Casuarinee. — Ricerche anatomiche sull' Embrione. Memoria 1ª. — (Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, Serie V, Tomo 1°).

della natura morfologica dei singoli invogli embrionali e degli organi a questi annessi, ma altresì della natura delle metamorfosi istologiche avvenute negl' integumenti dell' ovulo e nella parete dell' ovario, per le quali si sono poi concretati gl' invogli che si trovano nel frutto maturo. La vera cognizione scientifica della morfologia e della struttura sì dell' invoglio seminale che del pericarpio, necessariamente include la conoscenza dell' istogenia di questi organi.

Mentre però spero fra breve di adeguatamente colmare una tale lacuna, potrà dirsi che le conclusioni a cui giunge il presente lavoro nel quale mancano in gran parte gli studi istogenetici, si troveranno sempre grandemente diminuite d' importanza? Io ho fiducia che ciò non sarà, perchè uno studio accurato ed approfondito, anche limitato alla sola istologia degli organi metamorfici suddetti già pervenuti allo stato di completa evoluzione, potrà non di rado, colla diligente speculazione dei fatti osservati, gettare molta luce sull' interpretazione della origine morfologica e delle vicende istologiche a cui quelli andarono soggetti nel corso del loro sviluppo.

La generalità dei Botanici con Eichler ed Endlicher collocano la importante e singolare famiglia delle Casuarinee fra le Amentacee in vicinanza delle Miricacee. Ma alcune ragioni e principalmente le rilevantissime trasformazioni che converrebbe ammettere essere avvenute nei fiori maschili e femminili delle Casuarinee onde potere collegare alla struttura florale delle Miricacee quella della famiglia in questione, e gl' importantissimi fatti recentemente osservati dal Treub (1) sulla formazione e costituzione degli ovuli e sulla fecondazione nelle Casuarinee, rendono molto dubbio un tale avvicinamento.

Un importante contributo per la risoluzione della grave questione della

---

(1) M. Treub — Sur les Casuarinées et leur place dans le systeme naturèl. — (Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg, Volume X; 1891).

vera affinità delle Casuarinee, sarà senza dubbio più specialmente dato da un' approfondita indagine morfologica comparata dei fiori maschili e femminili; i primi, in particolar modo, colla profonda depauperazione che hanno subita, essendo ridotti ad uno stame solo, meritano speciale attenzione. Tuttavia, anche lo studio comparativo morfologico ed istologico del frutto, non potrà non fornire dati interessanti per la determinazione dei reali rapporti di parentela delle Casuarinee.

L' ordine degli argomenti svolti nel presente lavoro è stato il seguente: premesso un rapido cenno bibliografico, si procede ad una compendiata esposizione della morfologia del fiore femmineo e del frutto; dopo che, si passa allo studio istologico dei diversi integumenti embrionali e dell' ala ed eziandio di alcune formazioni annesse; infine, si trae argomento dalla struttura dei detti invogli per entrare in una succinta digressione sulla biologia del frutto stesso. Un riassunto generale completerà il lavoro.

Le ricerche qui riportate sono state quasi tutte istituite sulla *Casuarina quadrivalvis* Labill. e *C. equisetifolia* Forst.; ed il materiale mi venne gentilmente fornito dall' Illustre Prof. R. Pirotta.

La struttura del frutto delle Casuarine è pochissimo nota. In questi ultimi anni sulle Angiosperme sono stati pubblicati numerosi ed interessantissimi lavori sull' Anatomia del frutto e del seme, dovuti specialmente al Targioni-Tozzetti (1), al Lohde (2), al Godfrin (3), al Bachmann (4), al Pirotta (5), al Mattirolo e Buscalioni (6), al Gibelli e Ferrero (7) e ad altri; ma nessuno finora si addentra in uno studio particolareggiato del frutto di dette piante. A questo si aggiunga, che le nozioni che talora si trovano nei Trattati o nelle Opere generali di sistematica sono scarse od insufficienti, per non dire qualche volta errate.

Il fiore femmineo delle Casuarinee nella sua forma tipica è, come il fiore maschile, avvolto da due profille laterali, è privo di perigonio, e perciò contiene un pistillo nudo, formato da due carpelli chiusi e concre-

---

(1) Saggio di studi intorno al guscio dei semi. — (Mem. Accad. delle Scienze di Torino, Serie II, Tomo XV, 1855).

(2) Über d. Entwickelungsgesch. u. der Bau einiger Samenschale. (Inaugural dissertation). — Naumburg. a. S., 1874.

(3) Étude histologique sur les téguments séminaux des Angiospermes. — Nancy, 1880.

(4) Die Entwickelungsgesch. u. d. Bau der Samenschale der Scrophularineen (Nov. Act. Ak. Leopold. Car., Band XLIII. — Halle, 1880.

(5) Struttura del seme nelle Oleacee. (Annuario dell' Istituto Botanico di Roma, Vol. 1°; 1884).

(6) O. Mattirolo — La linea lucida nelle cellule Malpighiane degli Integumenti seminali. — (Mem. Accad. delle Scienze di Torino, 1885). — Mattirolo e Buscalioni — Ricerche anatomo-fisiologiche sui Tegumenti seminali delle Papilionacee. Torino, 1892.

(7) Ricerche di Anatomia e Morfologia intorno allo sviluppo dell' ovolo e del seme della *Trapa natans*. (Malpighia, Anno V, Fasc. IV-V).

scenti e terminato da due stigmi allungati e filiformi. Il carpello posteriore in generale abortisce fino al residuo dello stigma, il quale appunto sta a rappresentarlo; solo di rado di esso sussiste un piccolissimo ovario: per cui esclusivamente al carpello anteriore devesi la formazione dell' ovario fertile, che sviluppa due ovuli collaterali, pendenti ed anatropi (1), dei quali uno solo perviene alla maturità e poi si sviluppa nel seme.

Dopo la fecondazione, le profille si ingrossano, si lignificano e costituiscono due grosse valve (Tav. I, fig. 2), le quali aprendosi mettono in libertà il frutto. I singoli frutti, colle rispettive profille e colla relativa brattea ascellante, stanno addensati secondo il tipo spiciforme sull' asse, il quale s' ingrossa rilevantemente; nel maggior numero degli esemplari da me studiati, la primitiva disposizione verticillata dei fiori, in seguito a spostamento dovuto ad ineguaglianze incrementali dell' asse, sembra modificarsi nei frutti, in modo che le ortostiche delle brattee ascellanti omologhe dei successivi verticilli, invece di mostrarsi verticali e rettilinee, presentano una lieve torsione in generale sinistrorsa, per cui si ha in complesso l' apparenza come di una disposizione spirale con complicato angolo di divergenza. Le fruttificazioni delle Casuarinee (la cui forma è più o meno irregolarmente globulosa o brevemente cilindrica), mostrano una singolare analogia coi coni delle Conifere.

Il frutto è una samara od achenio alato (Tav. I, fig. 1), inviluppato dalle due profille laterali e schiacciato lateralmente in seguito a pressione di queste (Tav. I, fig. 2); nella sua porzione superiore presentasi maggiormente depresso, per cui quivi acquista forma veramente laminare e così lentamente passa, sempre più assottigliandosi, nella membranella costituente l' ala, la quale è una specie di lamina esilissima, giallastra, trasparente e percorsa nel suo mezzo da un unico nervo, che ne oltrepassa l' apice sotto forma di un piccolo prolungamento talora lievemente ingrossato. La porzione propriamente detta del frutto, quella cioè che rinchiude l' embrione, la quale è alquanto allargata in alto, si continua nell' ala; la linea basale di questa è dunque costituita dal margine superiore della

---

(1) La stessa divergenza che esiste fra i Botanici riguardo alla morfologia dei fiori delle Casuarinee, si osserva e forse anche in un grado più elevato nell' interpretazione della forma e della struttura degli ovuli. Così ad es., rapporto alla forma di questi, il Van Tieghem (Traité de Botanique; pag. 1398), il Frank (Leunis-Synopsis der drei Naturreiche — Botanik; zweiter Band, pag. 534), l' Eichler (Blüthendiagramme; zweiter Theil, pag. 43) ed altri, riguardano gli ovuli come anatropi; altri, come il Le Maout ed il Decaisne (Traité general de Botanique; pag. 543), il Vesque (Traité de Botanique agricole; pag. 220) ecc. li ritengono come semianatropi. La ragione di questa discrepanza crediamo sia principalmente da riporsi nelle grandi difficoltà di indagine che per solito s' incontrano nella ricerca della struttura degli ovuli e dei frutti delle Casuarinee. Come si vedrà più avanti, le osservazioni fatte nei frutti delle Casuarinee, fanno ammettere la forma anatropa negli ovuli di questa famiglia.

parte embriofora del frutto, la quale puossi assimilare ad un' ovale recisa trasversalmente, poco oltre la metà ad angolo ottuso, il cui vertice coincide colla base della nervatura. Il colorito della porzione embriofora del frutto oscilla dal color mattone più o meno intenso (*C. quadrivalvis*) al bruno cupo (*C. equisetifolia*); in ogni caso, la superficie del frutto manifesta un discreto grado di lucentezza. Le dimensioni variano per la lunghezza da 4 a 9 mm., per la larghezza da mm. 1 a 3 $^1/_2$; lo spessore del frutto in generale varia da $^1/_4$ ad un mezzo millimetro.

Nel frutto riscontrasi solo una parte integumentativa e l' embrione; manca qualsiasi formazione perispermica od endospermica. L' embrione è diritto, la estremità della sua radichetta corrisponde alla base del nervo medio dell' ala, ed il suo asse longitudinale è naturalmente compreso nell' asse longitudinale del seme e del frutto.

Consecutivamente all' accennata forma del frutto, l' embrione è pure schiacciato; e lo è nel senso perpendicolare alla mediana dei cotiledoni stessi. Rispetto poi all' orientazione dell' embrione, il piano mediano di questo (piano mediano dei suoi cotiledoni) è perpendicolare al piano di simmetria del seme, cioè al piano che passa pel micropilo e pel fascio mediano del tegumento; quindi i cotiledoni sono *accombenti* alla nervatura mediana od al rafe del tegumento stesso. Il piano mediano dell' embrione è ancora perpendicolare al piano mediano del carpello e del fiore. Attorno alla base della parte embriofora del frutto, nel margine di questa, e quindi secondo la linea mediana del carpello, gira una specie di angusto solco biancastro (largo circa μ 140), il quale sale lungo i margini laterali del frutto, perdendosi a poca distanza dalla base dell' ala. Causa l' aborto del carpello posteriore (1), è logica l' induzione che la parte anteriore del solco anzidetto corrisponde al nervo medio del carpello anteriore solo superstite, la parte basale e la posteriore rappresentano la linea di concrescenza delle due lamine del carpello (Tav I, fig. 5, 6, 7).

Completeremo questo cenno morfologico sul frutto, con una succinta descrizione delle parti dell' embrione (2). La gemmetta è molto sviluppata e presenta un cono vegetativo molto grosso; i primordi meristematici fogliosi vi sono per regola ordinati in tanti verticilli, per cui la disposizione verticillata delle foglie delle Casuarinee adulte, trovasi già concretata nello stato embrionale, secondo uno sviluppo progressivamente ascendente, perchè i verticilli più giovani sono costituiti da 4 membri; quindi il nu-

---

(1) Van Tieghem — Traité de Botanique. Paris, 1884, pag. 1398. L' Eichler (Lav. citato pag. 43) non parla del numero di carpelli in ogni pistillo, però riporta due diagrammi di fiori femminei di Casuarine (l' uno della *C. humilis* Otto e Dietr., l' altro di una specie indeterminata), i quali mostrano chiaramente e il numero dei carpelli, e l' avvenuto aborto in uno di questi.

(2) Morini — Lav. cit. pag. 18, 19.

mero dei membri nei verticilli successivi trovasi già avviato ad un progressivo aumento. I cotiledoni sono laminari, presentano tre nervature principali, che alla base di essi però si confondono in un unico ramo. La struttura della radichetta è riferibile al tipo eliantino del Reinke, o tipo comune delle Dicotiledoni dell' Holle, giacchè nella porzione terminale di tale organo si riscontrano tre meristemi distinti, il *pleroma,* il *periblema* ed il *dermocaliptrogeno.* Infine, fatta eccezione del procambio e del pericambio, della caliptra, delle cellule iniziali dei 3 meristemi suddetti e dell' epidermide della gemmetta, in tutto il resto dell' embrione osservasi che le cellule sono sempre ripiene di speciali granuli di aleurone, senza inclusi.

Passiamo ora allo studio istologico dei Tegumenti embrionali e dell' ala del frutto, premettendo anzitutto un cenno sulla generale disposizione dei principali Tegumenti.

L' embrione col suo inviluppo proprio, é avvolto da una specie di sottile guscio durissimo, la forma del quale si adatta perfettamente a quella dell' embrione stesso (Tav. I, fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8; Tav. III, fig. 12), e la cui superficie interna é levigata e colorata in un giallo scuro più o meno intenso. A tutta la esterna superficie di questa stratificazione riscontrasi aderente un secondo strato, press' a poco dello stesso spessore del precedente, composto esclusivamente di vasi e tracheidi spirali i quali, nella porzione più ristretta o laminare del frutto, che sta fra la linea basale dell' ala e l' apice radicolare del guscio predetto, riempiono quasi tutto l' interno spazio. Infine, la superficie della parte embriofora del frutto, é ricoperta da un sottile inviluppo composto di fibre particolari.

Se si osserva coll' aiuto di una lente la superficie di questa parte embriofora, vedesi che quella non si presenta levigata e perfettamente unita, ma bensì mostrasi come percorsa da tante minutissime strie di un color rosso-mattone più o meno intenso, densamente avvicinate le une alle altre e tutte principalmente decorrenti secondo l' asse longitudinale del frutto; tali strie sono meglio visibili nella *C. equisetifolia* e tutte cessano lungo il contorno basale dell' ala. L' angusto solco biancastro che gira attorno al margine della base del frutto, ed in alto si prolunga sui margini laterali di questo fino a poca distanza dall' origine dell' ala, scorgesi privo delle strie; ma queste ricompaiono subito oltre il punto ove finisce detto solco o linea mediana biancastra, per poi cessare interamente nella base dell' ala. Dunque, eccettoché in questa linea mediana del frutto, tutta la superficie della parte embriofora é ricoperta dalle accennate strie.

È appunto agli elementi componenti queste formazioni, che dapprima rivolgeremo la nostra attenzione.

Le strie anzidette sono formate da tante fibre cilindroidi, notevolmente

schiacciate nel senso della superficie del frutto ed un po' arcuate nel senso della larghezza colla convessità all' infuori (Tav. I, fig. 11, 12, 13), inoltre hanno una colorazione che varia dal giallo carico al rosso-bruno molto cupo; questa colorazione é il più delle volte tanto intensa che le fibre appariscono pressoché opache. La lunghezza di detti elementi oscilla fra due estremi molto lontani, fra circa μ 90 e 260; meno variabile é la larghezza, la quale sta fra circa μ 18 e 26. Le fibre più corte sono in generale quelle corrispondenti ai margini del frutto.

Riguardo alla direzione di questi elementi, la fig. 9ª della Tav. I, dà un' idea sufficiente in proposito. Anzitutto scorgesi che il loro asse maggiore é, massime nel mezzo della faccia laterale, parallelo all' asse longitudinale del frutto; inoltre, dai margini laterali di questo, le fibre deviano alquanto, si fanno oblique e tutte tendono a convergere verso la porzione apicale del frutto. Il solco biancastro dianzi accennato é interamente privo di questi elementi (Tav. II, fig. 4, 5): lungo i margini della parte basale del solco, le fibre in esame terminano direttamente col loro apice; anzi nel mezzo di quello (in corrispondenza alla mediana dei cotiledoni dell' embrione), le fibre vanno a terminare in direzione esattamente verticale al medesimo; invece nelle porzioni laterali del solco, le fibre pure vi terminano coll' apice, ma stanno un poco inclinate perché dirette all' indentro e verso il mezzo della sommità del frutto. Quivi, cioè corrispondentemente alla linea basale dell' ala, le fibre stanno in direzione press' a poco perpendicolare a questa linea. — Sulle faccie appiattite del frutto, le fibre sono rettilinee, ma lungo i margini del solco sono per solito più o meno irregolarmente incurvate, molto più corte, per cui la lunghezza conservandosi press' a poco la stessa della larghezza, si ha un complesso che ricorda un tessuto parenchimatoso (Tav. II, fig. 4).

Premettendo che l' invoglio esterno della porzione embriofora del frutto è formato da un solo piano di dette fibre, il modo di reciproco collegamento di queste si esplica mediante tanti prolungamenti o dentellature esclusivamente localizzate lungo i loro margini laterali; le dentellature (rappresentate da tante specie di papille coniformi della membrana) di una fibra s' incontrano e si saldano per l' apice con quelle delle fibre contigue, e così si stabilisce la congiunzione (Tav. I, fig. 10, 11); una dentellatura limita coll' altra vicina uno spazio ovale o subrotondo. All' apice delle fibre, le papille congiungenti spesso mancano; le fibre nella loro sommità presentano una forma per solito molto irregolare, non di rado irregolarmente bitorzoluta e spesso anche acuminata. Il grado della congiunzione é poco accentuato, riuscendo molto facile separare una fibra dall' altra.

La struttura di questi elementi è molto importante; la loro membrana

molto ingrossata, fino anzi alla totale obliterazione della cavità cellulare, presenta una interessante differenziazione. Supposto un piano parallelo alla superficie del frutto, il quale divida in due metà ciascuna fibra, osservasi che la metà esterna della membrana di questa mostra il colore giallo carico variante al rosso-bruno già ricordato; l' interna è colorata in un luteolo più o meno marcato, ha uno spessore un po' minore dell' altra ed è alquanto ialina: la sostanza costituente queste due metà della membrana, esaminata senza l' aiuto di reagenti, appare omogenea o quasi. Questa differenziazione è particolarmente bene visibile nelle fibre viste di fianco (Tav. I, fig. 12); ed in questo modo puossi notare che la porzione esterna della membrana, ai due capi delle fibre oltrepassa per piccolo tratto la porzione interna: invece osservando le fibre di faccia, vedesi che, nelle dentellature di congiunzione, il più delle volte la metà esterna della parete delle fibre non giunge fino alla linea di concrescenza di una papilla coll' altra corrispondente, ma ne è lontana per un brevissimo tratto; in questo caso adunque, la collegazione dei prolungamenti appare affidata esclusivamente alla membrana interna. Trattando le fibre con Acido solforico concentrato, la membrana interna si rigonfia notevolmente, pur mantenendosi connesse le singole papille corrispondenti delle fibre contigue: la porzione esterna invece resta invariata nelle dimensioni, per cui tutte le lamelle esterne delle fibre appariscono fra loro distaccate; tuttociò dimostra che la connessione di una fibra coll' altra è principalmente dovuta alla porzione interna della membrana (Tav. I, fig. 14). Notisi poi che immergendo tali fibre in liquidi avidi di acqua, glicerina, alcool, ecc., queste s' incurvano più o meno dal lato della membrana interna; simile contingenza è il prodotto di una antagonistica tensione di natura meramente fisica (igroscopica) sviluppatasi nelle due porzioni in seguito alla loro fisica eterogeneità.

Rapporto alla linea in cui la parte embriofora del frutto fa transizione all' ala (Tav. III, fig. 2), ed ove le fibre sembrano cessare repentinamente, queste passano abbastanza lentamente negli elementi prosenchimatosi costituenti il tessuto della lamina dell' ala; tale transizione però effettuasi in una strettissima zona, per cui ad occhio nudo, od armato di una lente, evvi una evidente linea di demarcazione fra l' ala e la porzione embriofora del frutto. Le fibre avvolgenti quest' ultima, dapprima diventano quasi scolorate e press' a poco assumono la lunghezza degli elementi prosenchimatici costituenti la lamina dell' ala; contemporaneamente, qua e là incominciasi a notare (specialmente alla base della nervatura) la perdita delle dentellature connettive e la concomitante decolorazione, per cui ben presto già ci troviamo nella giurisdizione del tessuto dell' ala. In questo modo si stabilisce una specie di continuazione fra i due tessuti.

Mentre per la più parte della superficie del frutto, le fibre si trovano immediatamente aderenti agli elementi componenti il 2° strato (vasi e tracheidi spirali); secondo tante anguste striscie in generale dirette press' a poco come il grande asse del frutto, fra le fibre suddette ed i vasi e tracheidi si trovano altre categorie di elementi. Anzitutto le cellule immediatamente sottostanti alle fibre, conservano la forma di queste ma perdono le papille laterali connettive e poi diventano incolore; più internamente, queste fibre si cangiano in tracheidi spirali, i quali ricuoprono i vasi spirali del 2° invoglio del frutto. Una simile localizzazione per linee approssimativamente longitudinali di questa differenziazione e sovrapposizione di elementi, induce alla logica induzione che tali linee rappresentano i residui dei nervi delle lamine del carpello.

In ogni frutto si riscontrano sempre molte fibre isolatisi dalle altre, le quali hanno perduto porzione più o meno grande della metà esterna della membrana; in questo caso scorgesi che le papille connettive della porzione interna sono meno distinte, anzi si mostrano ridotte a tenui sporgenze angolose (Tav. I, fig. 17). Questa contingenza dimostra che la lamella della metà interna, così messa a nudo, ha cominciato a subire un' alterazione nella sua sostanza.

Le dentellature connettive della porzione interna confrontate con quelle dell' esterna, si presentano alquanto più lunghe ed accuminate (Tav. I, fig. 15) come può osservarsi facendo distaccare la metà esterna della membrana dall' interna mediante l' artificio di appropriati movimenti del portoggetti. Questa operazione, la quale non riesce in generale che dopo lungo tempo, dimostra eziandio la grande tenacia di aderenza delle due metà fra loro. Nelle porzioni interne che da molto tempo sono rimaste ignude, trovasi che la loro lamella mostra contorni quasi rettilinei, eccettochè qualche leggiera ineguaglianza.

Riportiamo ora brevemente l' azione di alcuni principali reagenti sulle fibre in questione.

Alcool assoluto a freddo ed a caldo. — Non si ha alcuna alterazione nel colorito rosso-bruno della metà esterna della membrana.

Cloroformio, Etere, Solfuro di Carbonio. — Lo stesso risultato negativo.

Percloruro di ferro ; Bicromato potassico. — Idem (1).

Ossido di Rame ammoniacale. — Le due porzioni sono affatto insolubili.

Cloruro di Zinco iodato. — La metà esterna della membrana acquista colorazione rossa molto più bruna ; l' interna diventa giallo-rossiccia.

---

(1) Il tannino, la cui presenza nei frutti e specialmente nei semi era, fino a non molti anni fa, a torto ritenuta molto rara, può essere depositato anche nelle membrane cellulari come è stato specialmente dimostrato dal Marloth (Ü. mechan. Schutzmittel d. Samen gegen schädl. Einflusse von aussen — Engler's Bot. Jahrb. B. IV, p. 240, 244), e del Pirotta (Lav. citato, p. 30).

Idrato potassico. — A freddo, non si mostra alcun cambiamento, se si eccettua un rapido incurvamento colla convessità nella metà esterna. A caldo questa incurvazione rendesi assai più pronunciata, specialmente nella *C. quadrivalvis,* le cui fibre sono molto lunghe; queste si dispongono come una molla di orologio. Dopo una prolungata ebullizione, la porzione interna distaccasi più o meno completamente dall' esterna, la quale acquista colore rosso-cupo toccante al nerastro, mentre l' altra si scolora completamente. Nel resto, le due metà della membrana persistono immutate nel volume e nella forma. Dopo il trattamento coll' idrato potassico, adoperato il Cloruro di Zinco iodato, si hanno press' a poco gli stessi risultati, prodotti da questo reagente impiegato solo.

Acido Solforico. — A freddo, la metà interna della membrana delle fibre si rigonfia notevolmente estendendosi nel senso tangenziale e si colora in un giallo più intenso; la metà esterna si mantiene inalterata (se si toglie un maggior grado di rifrazione della luce) nella figura e nelle dimensioni, per cui essa evidentemente si è distaccata e si è resa indipendente dalla porzione interna. Dopo l' azione di detto reagente, adoperata la Tintura di Iodio od il Cloruro di Zinco iodato, la porzione interna diventa giallo-rossiccia. A caldo, la metà interna non viene distrutta; quella esterna diventa quasi nera, però conserva la sua generale configurazione anche rispetto alle dentellature connettive.

Floroglucina ed Acido Cloridrico. — La membrana delle fibre non dà alcuna reazione in ambo le sue porzioni.

Acido Cromico (al 25 %). — A freddo, eccettuato un lieve rigonfiamento non si produce alcuna modificazione sensibile nelle due parti della membrana. A caldo dopo pochi istanti, vedesi che il colorito della porzione esterna tende a diventare violetto, che si va rischiarando col portare il liquido all' ebollizione; la metà interna si discioglie dopo circa un minuto di azione del liquido. Colla bollitura, la porzione esterna non palesa alterazioni notevoli, solamente acquista un elevato grado di rifrangenza della luce e mostrasi quasi ialina; inoltre, in essa puossi riconoscere un sistema di strie trasversali, di colorito più scuro e strettamente fra loro avvicinate. Continuando maggiormente l' azione del reagente, si rendono manifesti dei fori o delle fessure irregolari e simili soluzioni di continuità, per cui già si riconosce che la sostanza dell' esterna metà incominciasi a corrodere; è dunque lecito indurre che la prolungata azione dell' acido cromico a caldo, in fine vi determinerà un disfacimento più o meno completo.

Acido nitrico. — A freddo, la metà esterna rischiarasi alquanto; l' interna diventa di un giallo più intenso, e mostra nella sua sostanza una differenziazione in numerose e finissime lamelle tangenziali alla superficie di essa. A caldo, si ha un tenue rigonfiamento nelle due porzioni;

la metà esterna va sbiadendosi finchè diviene affatto incolora e perfettamente ialina, per cui nelle fibre viste di fianco si possono vedere come tante macule tondeggianti le papille connettive; prolungando per pochi istanti la bollitura, si ha l' intera e rapida scomparsa della porzione esterna e solo rimane l' interna, scolorata, la quale resiste maggiormente all' azione dell' acido.

Liquido di Schultze. — A freddo, produce lo stesso effetto dell' acido nitrico freddo, senonchè ha un' azione quasi immediata. Col lento e delicato riscaldamento, fatto ad intervalli, anzitutto la metà esterna si scolora, si distacca parzialmente dall' interna e diviene perfettamente ialina, mentre il suo contorno libero diviene irregolare con tanti rigonfiamenti più o meno regolarmente emiglobosi; le dentellature pure si rigonfiano alquanto e diventano come vescicose. Poscia nella stessa porzione, la cui sostanza finora si è conservata omogenea e ialina, osservansi queste interessanti alterazioni: dapprima in tutta la sua zona mediana notasi il disfacimento della sostanza in tanti minuti granuli, il quale a poco a poco si estende alla periferia, fino a ridurre l' intera porzione esterna della membrana ad una pellicola esilissima avvolgente i granuli anzidetti; ma la corrosione ben presto si diffonde anche in uno o più punti di questo sottile velamento, per cui i granuli si espandono all' esterno (Tav. I., fig. 18). Infine, tanto i granuli quanto detta pellicola, vengono completamente distrutti. Frequentemente si osserva una variante in questo processo di corrosione: la distruzione dei granuli invece di procedere simultaneamente, ha dapprima luogo in tanti brevi tratti circoscritti, per cui i granuli più resistenti costituiscono una specie di finissimo trabecolato, il quale poi dopo pochi istanti scompare interamente. Facendo agire il cloruro di zinco iodato sulle metà esterne così ridotte a tanti granuli avvolti da sottile pellicola, si ha che tanto questa che quelli si colorano in un giallo rossiccio; collo stesso reagente trattata la porzione interna (la quale abbia già subita l' azione del liquido di Schultze), si ottiene lo stesso colore. Prolungando per molto tempo l' ebollizione, anche quest' ultima si distrugge.

Sostanze coloranti diverse. — La metà interna fissa energicamente le diverse sostanze coloranti; carminio, colori d' anilina; questi colori vengono fissati anche da quella esterna, diventando questa più bruna ed opaca.

Da tutte queste reazioni devesi concludere che le fibre dell' invoglio esterno del frutto mancano completamente di tannino. Il modo poi di comportarsi delle due metà della membrana coi reagenti anzidetti, dimostra che la sostanza di quelle è impregnata di un corpo particolare molto affine alla suberina; non puossi dire identico a questa, per le varianti che si osservano nel modo di rispondere delle due porzioni all' azione dell' acido cromico e nitrico e del liquido di Schultze. Le differenze rilevate nel-

l'azione di questi tre reagenti a caldo in una metà rispetto all'altra, fanno ammettere una differenza nella chimica natura della sostanza esistente in ognuna delle due porzioni; il colorito osservato nella metà esterna, o è un carattere proprio della sostanza costituente questa e così si aumenta la differenza, ovvero è una particolare materia colorante in quella infiltrata. Notisi poi che nella metà esterna, la sostanza fondamentale ossia la cellulosa appare interamente scomparsa, stante l'azione del cloruro di zinco iodato sulla detta porzione ridotta in un cumulo di granuli avvolti da un esile velamento.

Esaurito lo studio anatomo-fisiologico delle fibre del tegumento esterno del frutto, si presentano due domande, quale sarà stato il processo di formazione con cui si è concretata la particolare esterna struttura di detti elementi?. A quale sistema di tessuti della foglia carpellare è ascrivibile la loro genesi?

Riguardo alla prima questione, tenuto conto che l'ovario metamorfizzantesi nel frutto ha dovuto subire una rilevantissima estensione massime nella direzione trasversale, subito si presenta alla mente un' ipotesi razionalissima e molto probabile. La natura della collegazione di una fibra coll'altra, fa supporre che nella fase primitiva dello sviluppo del frutto, gli elementi fibrosi dianzi descritti avessero un diametro longitudinale e trasverso molto minore, e che fossero insieme uniti per tutti i punti del loro margine laterale. Col progredire della evoluzione del frutto, le fibre hanno dovuto seguire l' aumento in estensione delle faccie laterali di questo, allungandosi ed allargandosi corrispondentemente; nella qual contingenza non ha potuto mantenersi il primitivo modo di unione delle singole fibre, queste hanno subito uno stiramento, specialmente nel senso trasversale, per cui il margine laterale di una fibra si è disgiunto ad intervalli da quello della fibra contigua, e la connessione reciproca non si è conservata che per quelle brevi porzioni papillose caratteristiche degli elementi in discorso. A spiegare poi la figura alquanto appiattita delle fibre, contribuisce altresì la notevole pressione che queste hanno dovuto subire nel corso dello sviluppo del frutto, compresse fra il seme in via di accrescimento e le profille che mano mano vanno lignificandosi ed ingrossandosi. — Nella *C. glauca* gli elementi istologicamente omologhi a dette fibre, dalle quali si distinguono perchè sono molto più esili, mancano del tutto o quasi dei prolungamenti connettivi; la ragione di questo fatto sarà da riporsi nel tenuissimo grado di estensione trasversale subito dall' ovario cangiantesi in frutto.

In quanto alla natura istologica degli elementi delle foglie carpellari, dai quali è da ripetersi l'origine delle fibre suddette, non è possibile esprimere un giudizio sicuro. Una congettura probabile parrebbe il ritenere che

detti elementi provengano dalla modificazione delle fibre xilemiche dei fasci libero-legnosi del carpidio; tale metamorfosi si sarebbe esplicata non solo nei caratteri di forma, di volume, ecc., ma altresí nella natura chimica della membrana, per la quale la sostanza di questa ha subito una trasformazione molto affine alla suberificazione. Che le fibre derivino dalle fibre legnose e non da quelle liberiane o dal parenchima spugnoso del carpello, sarebbe avvalorato dai fatti istologici osservati nelle specie di cordoni fibro-vascolari delle faccie appiattite del frutto, i quali confortano ad ammettere la natura xilemica di dette fibre. — D'altra parte peró, le gradazioni bene evidenti osservate fra queste fibre e gli elementi prosenchimatosi della lamina dell'ala, potrebbero indurre a ritenere che in ambo le categorie di elementi non si trattasse che di una metamorfosi, secondo due direzioni, delle cellule epidermiche esterne del carpello.

Ed ora veniamo al secondo strato ossia ai vasi e tracheidi spirali.

Sotto le fibre già studiate, osservasi una specie di sottile inviluppo cotonoso, il quale riempie lo spazio situato fra il guscio osseo in cui é contenuto l'embrione e dette fibre, ed é formato dalla linea filiforme d'inspessimento spirale di vasi e tracheidi (Tav. I., fig. 3-8, 19, 20; Tav. II., fig. 2). Questi elementi del secondo strato hanno il loro grande asse in generale diretto secondo il diametro longitudinale del frutto (Tav. I., fig. 19); nella linea basale dell'ala, vanno a terminare press' a poco perpendicolarmente a questa; e nel solco biancastro marginale del frutto, seguono puó dirsi la stessa direzione delle fibre piú sopra descritte (Tav. II., fig. 2) e giungono come queste solamente fino un po' sotto il margine esterno di detto solco (Tav. II., fig. 2, 3,). Non di rado nei vasi si osserva che l'ingrossamento spirale é formato da un doppio filo, e molte volte riscontrasi che il tratto di membrana fondamentale interposto fra un inspessimento e l'altro é scomparso in porzioni piú o meno grandi del vaso, per cui questo trovasi piú o meno disciolto in seguito allo svolgimento della spirale d'ingrossamento. La larghezza dei vasi varia da circa μ 24-38.

Nella porzione superiore della regione embriofora del frutto, la quale, come si é visto, é molto depressa in una lamina sottile continuantesi nell'ala, i vasi occupano la zona periferica; ma procedendo nella parte centrale i vasi a poco a poco si accorciano, talché nel mezzo non si hanno che tracheidi (Tav. I., fig. 8).

I vasi ed i tracheidi della parte embriofora del frutto si continuano e si ripetono nella lamina dell'ala per brevissimo tratto oltre la linea basale di questa, e bentosto scompaiono; invece, in corrispondenza alla nervatura, gradatamente si continuano negli elementi omonimi di questa. La media della lunghezza dei tracheidi é di circa μ 110; quella della larghezza é di μ 26.

In tutta l'esterna superficie del guscio osseo poc'anzi ricordato, e quindi alla faccia interna dell'indumento vascolare, trovasi un sottile strato la cui struttura è piuttosto difficile a riconoscere, giacché gli elementi che lo compongono sono fra loro grandemente stipati e compressi, massime nel senso radiale. Tuttavia, la prolungata azione della potassa diluita, mette in rilievo con sufficiente chiarezza, che detto strato è formato da elementi fibrosi, di figura fusata molto allungata ed insieme disposti a mo' di prosenchima; la membrana non è molto grossa, non presenta forma alcuna di inspessimento, è colorata in un rosso mattone e la cavità cellulare non contiene che aria (Tav. II., fig. 1-4). Detti elementi hanno la stessa direzione delle fibre dell'inviluppo esterno e dei vasi e tracheidi spirali, e come questi finiscono lungo il bordo esterno della solcatura biancastra notata nel margine del frutto; però, nella parte basale del solco, terminano alquanto più lontano e precisamente sotto la terminazione degli elementi spirali (Tav. II., fig. 2,). Questa stratificazione è strettamente aderente al guscio suindicato.

Come in altro punto si è accennato, il guscio o specie di astuccio molto duro che rinchiude l'embrione, si adatta perfettamente alla forma di questo (Tav. III., fig. 12); ed il più volte menzionato solco biancastro non rappresenta che la linea in cui detto guscio trovasi ignudo, arrestandosi gl'invogli precedentemente studiati al suo margine (Tav. II., fig. 2, 3, 4). In corrispondenza alla radichetta, rilevasi un notevole ingrossamento nel guscio, congiunto ad una piccola foveola nella parte apicale di questo (Tav. I., fig. 8).

In tutto il suo spessore, detto guscio è composto di numerose fibre che adempiono alla funzione di proteggere l'embrione, la cui forma oscilla fra la cilindroide e la lungamente elittica ad estremi però spesso non acuminati, e la cui dimensione varia in lunghezza da μ 46 a 60, in larghezza μ 20-26. L'asse maggiore di dette fibre è diretto secondo l'asse longitudinale del frutto, nella cui porzione basale della solcatura esse confluiscono; la loro membrana appare lievemente luteola, notevolmente ingrossata, però mai fino all'obliterazione completa della cavità cellulare (Tav. II., fig. 1-5), e nello spessore della parete si notano numerosi e finissimi canalicoli, mai ramificati, i quali attraversano la membrana (perpendicolarmente alla sua superficie) fino a lasciare un piccolissimo tratto circolare di parete non inspessita (Tav. II., fig. 6, 7; Tav. III., fig. 1); viste di faccia le fibre, queste porzioni non ingrossate si mostrano come tante punteggiature tondeggianti (Tav. II., fig. 4, 6). I canalicoli di una fibra si corrispondono esattamente con quelli degli elementi contigui; non di rado riscontrasi che la tenue porzione di membrana non ingrossata viene distrutta, per cui si stabilisce una continuità fra una fibra e l'altra. Per

solito la cavitá di questi elementi non contiene che aria, spesso peró rilevasi una piccola massa grumosa di una sostanza granellare giallo rossiccia. La membrana é fortemente lignificata; la floroglucina e l'acido cloridrico vi determinano una bella colorazione violetta traente al rosso, la quale dopo brevissimo tempo si estende a tutta la sezione. Siamo dunque di fronte ad un vero sclerenchima prosenchimatoso, allo stereoma del frutto e del seme.

Le fibre sclerenchimatose che occupano la faccia interna del guscio, in corrispondenza cioè col tegumento proprio dell'embrione, sono alquanto differenziate dalle altre, hanno dimensioni minori (Tav. II., fig. 1, 2, 3) ed alla loro superficie libera sono avvolte da una grossa membrana (Tav. II., fig. 1-3), nella quale tanto in sezione trasversa che longitudinale si possono distinguere numerose ed esili lamelle; questa membrana è costituita dal residuo degli elementi che rivestivano internamente il tessuto che poi cangiossi in sclerenchima, nei quali le membrane avvizzite ed assotigliate, sono state fortemente compresse le une sulle altre.

Praticando una sezione trasversa nella sommità del guscio, un po' più sopra dell' apice della radichetta, vedesi che detta porzione terminale è formata dai due sclerenchimi delle lamine capillari, insieme connati; la linea visibile nel mezzo della sezione, indica la linea mediana di concrescenza dei detti due tessuti (Tav. III., fig. 4).

Secondo ogni probabilità, dette fibre sclerenchimatiche devono la loro origine alla modificazione del parenchima dello xilema dei fasci del carpello.

La stratificazione di elementi componenti la lamina dell' ala, è notevolmente schiacciata nel senso tangenziale di questa; è costituita da un prosenchima, i cui elementi hanno forma lungamente prismatica, un poco ristretta agli estremi (Tav. III., fig. 6), e la cui membrana é leggermente ingrossata e colorata in un luteolo molto pallido e molto rifrangente la luce; inoltre, le cellule si presentano tanto appiattite che le due membrane laterali sono fra loro avvicinate fino a toccarsi. Il lembo dell' ala, che si prolunga fino all' apice della nervatura, in corrispondenza alla porzione terminale di questa, forma alcune ripiegature, stante il suo esuberante accrescimento in superficie in tale regione (Tav. III., fig. 3).

In contiguità colla nervatura, detti elementi prismatici, i quali sono sempre diretti parallelamente a questa, si accorciano fino a diventare brevemente rettangolari ed anche quadrangolari, mentre le loro membrane laterali diventano alquanto flessuose; in questo modo si stabilisce la connessione fra il tessuto del nervo e quello della lamina dell' ala. Più si procede verso la sommità di questa, più gli elementi prosenchimatici si impiccoliscono massime secondo il diametro longitudinale, talché tendono a diventare pressoché isodiametrici.

Lungo la zona basale dell' ala, si osservano dei tracheidi, continuazione di quelli della porzione embriofora del frutto, i quali si prolungano solo per breve tratto della lamina; i tracheidi si mostrano però più numerosi più si procede verso la nervatura; giunti nella giurisdizione di questa, vedesi che essi vi formano la massa principale.

Circa alla metà della lunghezza della nervatura, si delinea abbastanza bene la struttura caratteristica di questa (Tav. III., fig. 6, 7). Abbiamo anzitutto all' esterno uno strato di fibre lunghe in media mm. 0,42, e larghe mm. 0,014, i cui estremi sono molto acuminati: la membrana è molto ingrossata, ha un colore debolmente giallognolo e presenta una caratteristica figura e disposizione delle porzioni di parete non ingrossata; queste hanno forma di anguste fessure dirette nel senso della lunghezza delle fibre, le quali sono reciprocamente avvicinate e disposte in una linea spirale che percorre le fibre dall' uno all' altro estremo. La cavità di questi elementi è più o meno pronunciata ed il modo di loro connessione è uguale a quello delle fibre dell' invoglio esterno del frutto, con questa differenza però che i prolungamenti connettivi della membrana sono in molto minor numero. A questi elementi, ai quali sono eziandio associati nella faccia interna elementi cilindrico-prismatici a membrana piuttosto sottile, seguono numerosi tracheidi e vasi spirali, i quali avvolgono una specie di cilindro formato da numerose cellule allungate densamente riunite fra loro ed intercalate da tracheidi spirali.

Nell' apice della nervatura, la struttura modificasi in questo senso che scompaiono le descritte fibre esterne, e non si ha che un grosso e denso cordone cilindroide, colorato in un giallo bruno, nel quale solamente dopo un prolungato trattamento colla potassa si può pervenire alla disgregazione degli elementi; abbiamo uno strato di fibre prismatiche più o meno allungate ed a parete lievemente ingrossata, che stanno attorno ad una massa vascolare, sempre formata dai medesimi elementi spirali commisti a cellule allungate prive di inspessimenti. In questa porzione terminale avrebbesi dunque un residuo di floema dato dalle cellule cambiformi, continuazione di quelle della rimanente parte del nervo, le quali, pel loro grande numero, sostituiscono le fibre osservate più specialmente nella metà inferiore della nervatura, nella protezione della parte vascolare di questa.

Il tessuto prosenchimatoso costituente la lamina dell' ala, stante il suo modo di contenersi rispetto a diversi reagenti, manifesta le proprie membrane impregnate di una sostanza analoga alla suberina: queste ingialliscono col cloruro di zinco iodato, sono molto resistenti all' azione dell' acido cromico concentrato, e non si disciolgono che dopo il disfacimento degli elementi della nervatura; la stessa azione si ha col liquido di Schultze; con

questi due ultimi reagenti la porzione terminale della nervatura, dimostrasi più resistente della rimanente porzione. Il tessuto della lamina dell'ala non risponde alla reazione della floroglucina associata all'acido cloridrico.

Per completare il presente lavoro, necessita studiare la parte tegumentativa del seme, unitamente agli organi a questa annessi.

Togliendo gli integumenti finora esaminati, si mette a nudo un corpo biancastro leggermente luteolo e molto appiattito, il quale è formato dall'embrione colla relativa parte tegumentativa (Tav. III., fig. 8, 13, 14). La porzione superiore di detto corpo è acuminata e corrisponde alla radichetta; la rimanente parte (cotiledonare) è press'a poco foggiata a rettangolo restringentesi un po' verso l'apice ed è terminata da un contorno tondeggiante; quindi in complesso si ha come una figura rettangolare, la quale in un estremo è tondeggiante, nell'altro è appuntita. In seguito a questa configurazione, i due contorni laterali o marginali del seme (corrispondenti ai margini laterali dei cotiledoni) presentano in alto una curva onde confluire entrambi nell'angolo radicolare del seme; nel contorno laterale posteriore del seme riscontrasi che la curva è più lontana dall'apice di questo, in quello anteriore è invece più vicina. Esaminato il seme per trasparenza, scorgesi la radichetta embrionale molto bene visibile attraverso l'integumento. La superficie del seme, la cui sostanza è molto molle e facilmente friabile, è percorsa da numerose venature esilissime, le quali come presto vedremo, rappresentano il sistema di nervazione del tegumento proprio dell'embrione.

In quasi tutta la lunghezza del margine posteriore del seme trovasi aderente un angusto cordone un poco appiattito, giallastro con delle striature longitudinali quasi incolore, ed avente nella sua linea mediana un solco poco accentuato, pel quale si può adattare al contorno tagliente del corrispondente margine del seme (Tav. I., fig. 7; Tav. III., fig. 12; Tav. IV., fig. 2); molto frequentemente però, stante il suo tenue grado di aderenza al seme, questo cordone, il quale non è che il rafe, si distacca facilmente dal seme e resta connesso colla faccia interna della linea di concrescenza del carpello (Tav. IV., fig. 2). Il rafe origina poco sotto all'organo che presumibilmente è il micropilo e discende fino a circa l'estremità inferiore del corrispondente contorno laterale del seme. Del funicolo e dell'ilo non potè osservarsi traccia evidente, lo stesso dicasi della regione calaziana, la quale riscontrandosi alla base della nucella, per la forma anatropa dell'ovulo avrebbe dovuto osservarsi in corrispondenza alla sommità libera dei cotiledoni; come si vedrà più oltre, il micropilo non ha lasciato traccie sicure di se, tanto rilevante è stato il concrescimento e le alterazioni subìte dai tessuti esso limitanti. La scomparsa o la imperfetta conservazione di questi organi è certamente dovuta alle profonde alterazioni

e regressioni istologiche subíte dalla parte tegumentativa dell' ovulo durante lo sviluppo di questo nel seme; per le quali l' inviluppo seminale ha sofferto modificazioni e depauperazioni molto rilevanti.

La ricerca dell' interna tessitura del rafe é forse altrettanto difficile e per le stesse ragioni che quella della porzione terminale del nervo dell'ala. Abbiamo numerosi tracheidi e vasi spirali intimamente insieme congiunti e delle fibre speciali a parete lignificata (Tav. IV., fig. 3, 4): questo per il xilema del fascio. La parte cribrosa o liberiana è rappresentata da cellule cambiformi densamente fra loro stipate ed a membrana esile e colorata in gialliccio, le quali formano una specie di guaina alla parte xilemica. Rapporto al legno del fascio devesi notare che i vasi spirali sono molto meno grossi che quelli del nervo dell' ala, e tanto più poi dei vasi avvolgenti la porzione embriofora del frutto; inoltre, molti di detti elementi finiscono lentissimamente restringendosi fino a dare origine ad una specie di punta molto affilata (Tav. IV., fig. 4, *a*); le fibre hanno parete mediocremente ingrossata, e ad un forte ingrandimento, viste di faccia, mostrano nella loro membrana un doppio sistema di strie che stanno più o meno inclinate sul diametro trasverso, e che si intersecano reciprocamente (Tav. IV., fig. 4, *e*).

Notisi poi che nell' estrazione degli embrioni, molte volte il rafe subisce uno sdoppiamento in una parte più grossa che resta attaccata alla faccia interna della commessura carpellare e nella rimanente porzione che aderisce al margine del seme; questo fatto farebbe ritenere che nel rafe distinguonsi due parti, una delle quali appartiene all' integumento proprio dell' embrione, l'altra alla lamina che sempre accompagna il rafe.

Ai due lati del rafe e tangenzialmente alla superficie dell' embrione é annessa una ristretta ed irregolare lamina di tessuto, esilissima, giallo-bruna e trasparente, la quale si adagia sulla superficie laterale del seme e si prolunga fino oltre l' apice del rafe in corrispondenza alla sommitá radicolare, e quivi tutt' attorno costituisce una specie di grosso e massiccio cappuccio coniforme, il quale contribuisce a proteggere la radichetta (Tav. IV., fig. 6). Il micropilo non puó congetturarsi si trovi in tal punto, perché l' integumento proprio dell' embrione é ivi perfettamente integro e continuo (Tav. IV., fig. 6); invece, brevissimo tratto più sotto, e press' a poco in corrispondenza della curva piccola o radicolare dei cotiledoni, osservasi in alcuni casi una soluzione di continuitá, in altri un connascimento (localizzato ad una piccolissima areola allungata) dell' inviluppo proprio dell' embrione colla espansione laminare appartenente al rafe, per cui si presenta ovvia la congettura che quivi fosse il micropilo.

Gli elementi costituenti la lamina annessa al rafe ed il cappuccio, dipendenza di quella, hanno forma brevemente prismatica, la loro membrana é discretamente ingrossata e colorata in giallo-bruno.

Circa in corrispondenza al tratto in cui il margine posteriore del seme si incurva e si inclina sulla radichetta, riscontrasi sotto il rafe costantemente una specie di cicatrice ovoidale molto bruna ed alquanto foveolata, dalla quale si irradiano le nervature del tegumento proprio dell'embrione. Devesi perciò ammettere che il rafe decorrente nella espansione laminare suindicata, in corrispondenza al detto punto, manda un ramo dal quale originano le nervature ora accennate.

Adunque, come puossi vedere nella Tav. III., fig. 12, 13, 14 e meglio nella fig. 1 della Tav. IV. (la quale rappresenta un embrione con una interessante anomalia esplicantesi in uno spostamento della cicatrice e di porzione del rafe, per cui queste parti si trovano sulla faccia destra del seme *(C. equisetifolia)*, con un decorso obliquo dall'esterno all'interno) le nervature dell'invoglio che cuopre immediatamente l'embrione, hanno origine secondo il tipo palmatiforme, sviluppandosi tutte separatamente alla medesima altezza dallo stesso fascio. Queste nervature sono esilissime e visibili solo con una lente; ed appariscono come tante lunghe linee a decorso flessuoso, che si espandono lungo le faccie laterali del seme e vanno a perdersi ripiegandosi verso la radichetta lungo l'opposta commessura cotiledonare; frequentemente si ramificano e sempre sono incurvate press'a poco secondo la curva della porzione terminale libera dei cotiledoni; sono costituite da piccoli tracheidi spirali avvolti da esili cellule cambiformi di un color giallo pallido, a parete molto sottile e più o meno lungamente prismatiche; le ultime terminazioni nervose sono ridotte a pochissime tracheidi molto piccole, direttamente a contatto col parenchima del tegumento (Tav. IV., fig. 7).

Il tegumento proprio dell' embrione è formato da un unico piano cellulare, il quale, visto dalla superficie, lascia scorgere che i suoi elementi hanno forma pentagonale od esagonale molto irregolare (Tav. IV., fig. 7, 8); non di rado, in due cellule contigue la lamella divisoria si rincurva più o meno fortemente nella cavità di una cellula; in sezione trasversa e longitudinale, detti elementi mostrano figura quadrangolare (Tav. IV., fig. 9, 10, 11). Questo strato nella sua superficie è affatto disgiunto tanto dall' epidermide propria dell' embrione che dalla stratificazione più esterna della caliptra; le sue pareti laterali sono sottili, invece la membrana esterna ed interna (specialmente la prima) sono molto ingrossate; il colore giallo che si osserva nella membrana, è più intenso nella porzione esterna di questa, la quale anzi presentasi stratificata in tante esilissime lamelle aventi decorso flessuoso od ondulato, e si mostra cuticularizzata ad eccezione però di un sottile strato interno in diretto rapporto col contenuto plasmatico. Il plasma di questi elementi consta di una massa fondamentale minutamente granellare, poco densa, nella quale sono immersi nume-

rosi e minutissimi granuli globulosi di natura proteica, bene visibili massime dopo un lungo soggiorno nella glicerina (Tav. IV., fig. 11). Ciascuna cellula contiene un nucleo globoso, omogeneo e molto rifrangente la luce, ed il più delle volte nel nucleo si osserva un vacuolo; la sostanza del nucleo fissa mediocremente le materie coloranti e risponde piuttosto debolmente ai reagenti dei corpi proteici; tenuto conto anche del vacuolo più o meno grande che nel nucleo sì spesso si riscontra, convien dire che la sostanza di questo trovasi in via di dissoluzione, onde essere impiegata nella formazione del materiale nutritivo di riserva per l'embrione, rappresentato dai corpuscoli proteici ora ricordati.

È interessante la differenziazione nei caratteri della dimensione ed anche della forma che si riscontra nei leucoplastidi ora descritti paragonati con quelli dell'epidermide e del mesofillo dei cotiledoni nonchè della parte assile embrionale; la fig. 11, della Tav. IV, dimostra ciò chiaramente; tutti questi corpuscoli (aleuronici) concordano in ciò che mancano costantemente di inclusi, la loro sostanza essendo perfettamente omogenea. I corpuscoli proteici riscontrati nel tegumento proprio dell'embrione, si comportano coi relativi reagenti press' a poco come i granuli aleuronici dell'embrione stesso (1).

Sopra una delle faccie laterali dell'embrione, in generale su quella destra nella *C. equisetifolia,* e molte volte sulla sinistra nella *C. quadrivalvis,* si riscontra un'interessante formazione laminare molto sottile, giallognola ed a contorni nettamente circoscritti, la cui figura varia fra la reniforme con un estremo (quello rivolto verso la radichetta) molto angustato, e l'ovoidale a base molto larga (Tav. III., fig. 13, 14). Questa specie di placca, la cui superficie ascende a circa un mezzo mmq., è adagiata nello spazio triangolare, il cui apice è dato dalla piccola curva radicolare posteriore del cotiledone corrispondente ed il lato posteriore è dato dal rafe; la sommità ristretta di questa lamina è sempre rivolta verso la radichetta.

Detta formazione è costituita da una stratificazione composta di tante serie lineari di cellule, dirette secondo i contorni longitudinali di quella, e tutte convergenti nella sommità ristretta della lamina, attorno ad una minuta foveola, il cui fondo in alcuni casi è pertugiato, in altri è chiuso per la concrescenza dei tessuti limitrofi. Alla sua base e del lato del rafe entra un fascio di tracheidi, accompagnato da scarsa quantità di cellule cambiformi, il quale appare essere una diramazione del rafe; i tracheidi non si prolungano molto, ma giungono poco oltre la metà della larghezza della base. Le cellule costituenti il corpo di detta lamina, hanno all'incirca

(1) F. Morini, Lav. citato, pag. 10, 11.

la stessa forma, sono rettangolari o quadrangolari, hanno parete esile, luteola e leggermente flessuosa, e mancano di contenuto protoplasmatico (Tav. IV., fig. 12).

Per tutti questi caratteri, la formazione in discorso, tanto depauperata nei suoi elementi costitutivi, rappresenta l'ovulo abortito del carpello anteriore; nel corso dello sviluppo dell'altro ovulo in seme, é avvenuta una concrescenza della base del funicolo dell'ovulo abortito col rafe. È poi interessante il fatto che il rovesciamento che conduce alla forma anatropa, si é arrestato nell'ovulo abortito alla forma campilotropa, per cui conviene ammettere che l'arresto dello sviluppo é avvenuto molto precocemente.

I caratteri morfologici ed istologici del frutto delle Casuarinee, sono mirabilmente coordinati alla dispersione anemofila del seme. Il tenue volume e la somma leggerezza degli achenii alati, la forma schiacciata di questi e più di tutto la presenza di una grande ala, sono ottime disposizioni perchè i frutti possano essere trasferiti dal vento a distanze più o meno considerevoli; anzi, siccome nella maturità dei frutti le due profille legnose largamente si aprono a modo di valve, lasciando scoperta specialmente l'ala, così il vento può iniziare la sua potenza disseminatrice già nelle fruttificazioni, svellendo e portando con se i singoli frutti.

Nelle sfavorevoli condizioni esteriori per la germinazione, l' invoglio esterno e quello cotonoso, ma più specialmente il guscio sclerenchimatico, costituiscono una valida protezione per l'embrione obbligato a continuare nella vita latente. L' apice della radichetta é meglio protetto delle altre parti dell'embrione, perchè in corrispondenza ad essa lo strato sclerenchimatico é molto più ingrossato.

I caratteri osservati negli elementi dell'esterno inviluppo, autorizzano ad ammettere che funzione principale di questo é di mantenere unita, in se coerente e raccolta, ed adesa alla superficie del guscio, la stratificazione cotonosa, la quale sì manifestamente contribuisce a rendere meglio idonei i frutti alla volitazione.

In correlazione all'importanza biologica dei caratieri morfo-istologici dianzi accennati, sta la lata area geografica occupata dalla piccola famiglia delle Casuarinee, i cui individui molte volte formano estese foreste nell' Australia, nelle isole della Sonda, nella Nuova Caledonia, ecc.

Il grande sviluppo dei cotiledoni, i quali, come la parte assile embrionale, contengono una ricca quantità di materiale nutritivo di riserva, compensa la mancanza del perisperma ed endosperma. Il rilevante e speciale sviluppo della parete del frutto, adeguato alla protezione dell'embrione, ha reso inutile un accrescimento dello spermoderma, il quale infatti trovasi ridotto ad un esile stratarello formato di un semplice piano cellu-

lare; i corpuscoli aleuronici in questo contenuti, partecipano alla nutrizione dell' embrione germinante. Avvenuta la deiscenza del frutto, l' embrione disponentesi alla germinazione, resta ancora sufficientemente protetto dal suo tegumento proprio, la cui membrana esterna è molto grossa e fortemente cuticularizzata.

Immergendo i frutti nell' acqua semplice, dopo breve tempo la parte embriofora del frutto si rigonfia notevolmente, giacchè l' acqua penetra fra i tenui fori situati fra una fibra e l' altra dell' involucro esterno ed imbeve rapidamente tutto lo strato cotonoso sottostante, il quale gonfiasi assai, per cui solleva, distende e più o meno disgrega nelle sue fibre il tegumento esterno; in conseguenza di che, specialmente nel margine del frutto, fa sporgenza la massa cotonosa, i cui elementi mostrano la spirale variamente disciolta; infine, l' ala, collegata alla parte embriofora del frutto mediante le fibre dell' invoglio esterno e gli elementi spirali, perde la sua connessione, ed è mantenuta un po' aderente dai soli fili spirali. Ciò dimostra la dannosa influenza dell' acqua rapporto alla disseminazione, giacchè con detto agente si determina la perdita di un ausiliario sì potente per la traslazione, qual' è l' ala.

Riassumiamo ora in brevi proposizioni generali i risultati delle nostre ricerche fatte sulle accennate specie di Casuarina.

1. Il frutto è una samara od achenio alato, considerevolmente schiacciato in seguito a pressione delle due profille, ed è formato dello sviluppo del solo carpello anteriore. La superficie della porzione embriofora del frutto, colorata in rosso-bruno più o meno carico, è lievemente zigrinata, causa minutissime strie che in essa si trovano.

2. La parete della parte embriofora del frutto è differenziata nei seguenti strati che procedendo dall' esterno all' interno sono: 1° un involucro di particolari fibre insieme collegate mediante prolungamenti laterali papillosi della membrana; ogni fibra è nettamente differenziata nella propria parete in due metà o porzioni, delle quali l' esterna presentasi intensamente colorata, per cui è ad essa che devesi il colorito del frutto, l' interna è luteola; la sostanza di ambo queste porzioni appare formata di un corpo molto affine alla suberina. 2° un inviluppo di vasi e tracheidi spirali, 3° uno strato di esili fibre, dalle quali si passa alle fibre sclerenchimatiche del guscio del frutto. — Nella *C. glauca*, le fibre dell' invoglio esterno sono molto più esili e mancano o quasi delle dentellature connettive.

3. L' ala è formata da tessuto prosenchimatoso costituente la lamina e da una nervatura mediana bene sviluppata.

4. Nel seme (il cui piano di simmetria è perpendicolare a quello dell' embrione) riscontrasi distintamente un lungo rafe, che press' a poco al livello della grande curva posteriore cotiledonare manda un fascio nel tegumento proprio dell' embrione, il quale, ramificandosi nel modo palmato, costituisce la nervazione del tegumento stesso. Il rafe è sempre accompagnato da una angusta espansione laminare, la quale è probabilmente una dipendenza e metamorfosi della zona esterna della parte involucrante dell' ovulo.

5. Nelle cellule dell' invoglio proprio dell' embrione si osservano unitamente ad un nucleo, numerosi e minutissimi granuli proteici omologhi pei loro caratteri a quelli dell' embrione.

6. Sopra una delle faccie laterali dell' embrione ed in posizione costante, si riscontra una piccolissima espansione laminare nettamente circoscritta e di forma determinata, la quale, collegata mediante il suo fascio vascolare col rafe del seme, dimostrasi come il residuo dell' altro ovulo che è abortito. Questo ovulo, sommamente alterato e depauperato nella sua tessitura, presentasi nella forma campilotropa.

7. I caratteri biologici dei frutti, sono in evidente correlazione colla disseminazione anemofila.

SPIÈGAZIONE DELLE FIGURE

TAVOLA I.

Fig. 1.ª — Frutto di *Casuarina quadrivalvis* Labill., veduto di faccia. — × 2.

a. Ala del frutto.

n. Nervatura dell' ala.

f. Porzione embriofora del frutto.

Fig. 2.ª — Diagramma empirico del frutto, colle due profille e colla brattea ascellante; (*C. quadrivalvis*). Il margine posteriore del frutto, leggermente rientrante, indica la linea di concrescenza delle due lamine del carpello. — × 4.

Fig. 3.ª — Sezione longitudinale del frutto di *C. equisetifolia*, Forst., condotta tangenzialmente alla superficie appiattita di quello e subito sopra la commessura carpellare. — × 9.

a. Ala del frutto colla sua nervatura *n.*

ie. Invoglio esterno.

vs. Stratificazione costituita da vasi e tracheidi spirali, i quali nella figura sono rappresentati da corte lineette asseriate, che mostrano il decorso di detti elementi.

sc. Invoglio avente consistenza quasi ossea, e formato da fibre sceleren-chimatose.

em. Embrione coi cotiledoni e l' asse embrionale.

i. Involucro che immediatamente avvolge l' embrione.

Fig. 4.ª — Sezione longitudinale assile del frutto, diretta secondo le creste mediane delle due profille, ovvero parallela al piano mediano dei cotiledoni. Significato delle lettere come nella figura precedente. — × 9.

Fig. 5.ª — Sezione longitudinale (porzione basale) della parete del frutto, diretta come quella precedente. Significato delle lettere *ie*, *vs*, *sc*, come nella figura 4.ª. — × 35.

s. Regione corrispondente al punto di concrescenza delle lamine carpellari.

Fig. 6.ª — Porzione di una sezione trasversale della parete del frutto corrispondente alla *linea mediana* anteriore del carpello. — × 35.

Fig. 7.ª — Sez., *idem*, condotta dalla parte opposta, e perciò in corrispondenza al rafe, od alla linea di concrescenza delle due lamine del carpello. — × 35.

r. Rafe, il quale distaccatosi dal seme, è rimasto aderente alla corrispondente superficie della parete del frutto.

Fig. 8.ª — Metà superiore (cioè corrispondente alla porzione apicale della radichetta) di una sez. longit. assile della parete, parallela alla mediana delle due profille, e condotta fino alla base del nervo medio dell' ala. — × 35.

t. Regione in cui le pareti delle due lamine carpellari confluiscono l'una nell' altra fino a convergere nell' ala, dopo avere subito una depauperazione e modificazione in determinati elementi costitutivi.

n. Nervo dell' ala.

Fig. 9.ª — Frutto di *C. equisetifolia*, con porzione dell' ala. Le linee tratteggiate indicano la direzione delle particolari fibre costituenti l'involglio esterno della parete del frutto. — × 6.

Fig. 10ª — Disposizione degli elementi fibrosi dell'involglio esterno del frutto di *C. equisetifolia*, visto di faccia, ossia tangenzialmente alla superficie dei cotiledoni. — × 300.

Fig. 11.ª — Alcune fibre dell'involglio esterno, le quali mostrano il modo del loro reciproco collegamento. — × 460.

Fig. 12.ª — Una fibra vista di fianco. — 460.

a. Porzione esterna della membrana colorata in un rosso-mattone.

b. Porzione interna, colorata in un luteolo molto pallido.

Fig. 13.ª — Una fibra in sez. trasversa. — × 460.

Fig. 14.ª — Fibre trattate coll' acido solforico concentrato. La metà interna della membrana vedesi considerevolmente rigonfiata ed ancora in connessione colla corrispondente lamella della fibra contigua; mentre la metà esterna ha conservato il volume primitivo, quindi nel suo contorno non è più in rapporto coll' altra lamella rosso-mattone della fibra vicina. — × 460.

Fig. 15.ª — Una fibra nella quale mediante manipolazioni fatte sotto il microscopio, si è distaccata circa la metà della membrana esterna *a*. Le dentellature di questa sono tondeggianti, mentre quelle della membrana interna *b* sono più sviluppate e talora molto acuminate. — × 460.

Fig. 16.ª — Una fibra vista di fianco, nella quale manca porzione della membrana esterna. — × 460.

Fig. 17.ª — Due fibre nelle quali il distacco di porzione della membrana esterna si é certamente effettuato da lungo tempo, giacché le dentellature della porzione di membrana interna rimasta scoperta, sono poco appariscenti e piú o meno irregolari. — × 460.

Fig. 18.ª — Una fibra sottoposta ad un graduato riscaldamento nel liquido di Schultze e veduta di fianco. La membrana esterna si é parzialmente distaccata dall'interna, mostrasi irregolarmente rigonfiata nella sua superficie libera ed é trasformata in un cumulo di granuli, circoscritti da un'esilissima membranella. In un punto scorgesi che i granuli fluiscono all'esterno in seguito al disfacimento di questa membranella. — × 460.

Fig. 19.ª — Rapporto di contiguitá delle fibre dell'invoglio esterno coi vasi spirali dello strato a questo sottostante. — × 300.

Fig. 20.ª — Elementi vascolari costituenti il 2.° strato della parete del frutto. A sinistra scorgesi un tracheide in istato di incipiente disfacimento o frammentazione; a destra una porzione di vaso pure in via di incipiente dissoluzione. — × 300.

TAVOLA II.

Fig. 1.ª — Sezione trasversale della parete del frutto, poco lungi dalla base di questo, ossia in prossimitá dell'apice cotiledonare. — × 410.

vs. Vasi spirali.

f. Fibre che avvolgono esternamente il tessuto sclerenchimatoso.

sc. Tessuto sclerenchimatico.

s. Strato fibroso tappezzante la superficie interna dello sclerenchima; la sua membrana libera é molto grossa ed é differenziata in tante esili lamelle.

Fig. 2.ª Porzione inferiore di una sezione longitudinale assile della parete del frutto, giungente sino a circa la metá della linea mediana della sutura carpidiale. — × 320.

vs. Vasi spirali.

f. Fibre esterne allo sclerenchima.

sc. Fibre sclerenchimatose.

s. Strato fibroso interno allo sclerenchima.

Fig. 3.ª — Sezione trasversale della parete del frutto, corrispondente circa al mezzo della metá anteriore del solco mediano del carpello. — × 410.

vs. Vasi spirali.

sc. Fibre sclerenchimatose, la cui membrana é notevolmente ingrossata.

s. Stratificazione fibrosa tappezzante la faccia interna dello sclerenchima.

Fig. 4.ª — Sezione condotta in corrispondenza della linea di concrescenza delle lamine carpellari e tangenziale alla superficie di questa. — × 320.

ie. Fibre dell' invoglio esterno, le quali divergono per poi confluire verso l' apice del frutto.

f. Strato fibroso esterno dello sclerenchima.

sc. Sclerenchima; la parete delle fibre vista di faccia, presenta numerose punteggiature.

Fig. 5.ª — Sezione condotta in corrispondenza della linea basale di concrescenza del carpello, e tangenziale alla superficie di questa.

sc. Fibre sclerenchimatose. — × 360.

ie. Invoglio esterno

a. Tratto punteggiato che rappresenta l' angusto spazio occupato dalle fibre esterne allo sclerenchima ed anche dall' apice dei vasi spirali.

Fig. 6.ª — Alcune fibre sclerenchimatiche viste ad un forte ingrandimento, ed osservate di faccia. La membrana, notevolmente ingrossata, é percorsa da numerosi canalicoli angustissimi.

Fig. 7.ª — Una fibra sclerenchimatica in sezione trasversale, pure vista ad un forte ingrandimento.

TAVOLA III.

Fig. 1.ª — Sezione trasversale della parete del frutto in corrispondenza al margine laterale di concrescenza delle lamine del carpello; ad un notevole ingrandimento. — × 560.

vs. Vasi spirali.

sc. Fibre sclerenchimatose, in alcune delle quali si sono disegnati i canalicoli.

Fig. 2.ª — Ala del frutto di *C. equisetifolia.* Nel suo margine basale scorgesi una zona tratteggiata, la quale é rappresentata dalla continuazione delle fibre dell' invoglio esterno e dei vasi e tracheidi spirali della porzione embriofora del frutto. — × 7.

p. Parenchima dell' ala.

n. Nervatura.

Fig. 3.ª — Porzione terminale del nervo dell' ala, unitamente alla corrispondente lamina di questa, nella quale si osservano delle ripiegature. — × 35.

Fig. 4.ª — Sezione trasversale della parte superiore del frutto, nel punto in cui, oltre l' apice della radichetta, le due masse sclerenchimatose *sc* delle due metà del carpello sono insieme connate. La concrescenza nella figura é accennata da una linea mediana. — × 35.

ie. Invoglio esterno.

vs. Elementi spirali.

Fig. 5.ª — Un tracheide della regione superiore del frutto che fa transizione all' ala. — × 410.

Fig. 6.ª — Tessuto dell' ala e della nervatura, visto tangenzialmente alla superficie dell' ala stessa in corrispondenza alla metà circa della lunghezza di questa; nella nervatura però si è previamente fatta l' ablazione di un esile stratarello, sempre secondo la stessa direzione tangenziale, allo scopo di renderla più trasparente. — × 320.

p. Tessuto parenchimatoso componente l' ala.

fb. Fibre che costituiscono la stratificazione esterna della nervatura; nella loro parete ingrossata rilevansi numerose ed anguste fessure molto corte, disposte secondo una linea spirale.

vs. Tracheidi e vasi spirali, che stanno internamente alle fibre precedenti.

f. Elementi spirali e fibrosi costituenti una specie di cilindro assile.

Fig. 7.ª — Sezione trasversale della nervatura, condotta circa nel mezzo della lunghezza di questa. — × 320.

fb. Fibre dello strato esterno.

vs. Tracheidi e vasi spirali.

f. Fibre della parte interna della nervatura.

Fig. 8.ª — Embrione di *C. equisetifolia*, veduto dalla superficie appiattita dei cotiledoni. — × 4.

r. Radichetta.

c. Massa cotiledonare che discende alquanto ai lati della radichetta.

Fig. 9.ª — Sezione longit. assile dell' embrione di *C. quadrivalvis*, parallela al piano mediano dei cotiledoni. — × 30.

c. Cotiledoni (che si vedono solo circa pel loro terzo inferiore).

g. Gemmetta. (Stante la direzione della sezione, non si può vedere il verticillo inferiore di papille od emergenze fogliari).

p. Periblema della Radichetta.

pl. Pleroma, che alla metà circa della radichetta si differenzia in midollo ed in procambio; in corrispondenza alla base della gemmetta, il procambio penetra nei cotiledoni.

m. Midollo.

e. Commessura cotiledonare.

i. Involucro proprio dell' embrione.

Fig. 10.ª — *C. quadrivalvis.* Porzione inferiore di una sezione dell' embrione, tangenziale alla superficie dei cotiledoni. Sotto lo stratarello cotiledonare, scorgesi la gemmetta *g* in rilievo. Le piccole papille, che dovrebbero apparire più grandi secondo l' ordine cronologico di loro formazione, si vedono in tale dimensione perchè non si trovano nell' *ortostica* delle grandi, le quali sono bene visibili perchè si trovano ai margini laterali della gemmetta. — × 30.

r. Radichetta.

c. Cotiledoni.

i. Involucro proprio dell' embrione.

Fig. 11.ª — Metà di una sezione trasversale della radichetta avvolta dall' involucro *i*, praticata alquanto sopra la differenziazione delle iniziali del pleroma. — × 60.

Fig. 12.ª — Figura in parte schematica, rappresentante l' embrione in rilievo e visto tangenzialmente alla superficie dei cotiledoni (*C. equisetifolia*). — × 12.

a. Ala.

n. Nervatura.

d. Cotiledoni.

r. Radichetta.

i. Invoglio proprio dell' embrione.

nn. Nervature decorrenti in questo involucro.

c. Cicatrice, dalla quale originano le nervature precedenti.

ra. Rafe ; il rapporto d' inserzione di questo sul guscio è affatto congetturale.

sc. Involucro sclerenchimatoso.

ma. Margine anteriore del frutto.

Fig. 13.ª — Embrione di *C. equisetifolia* visto nella sua faccia laterale destra. — × 7.

c. Cicatrice rappresentata dalla sezione del fascio vascolare da cui si ramificano le nervature del tegumento proprio dell' embrione.

l. Espansione laminare che si adagia sul prolungamento *posteriore* (considerata la topografia generale delle parti del frutto in rapporto coll' asse generatore) radicolare del cotiledone corrispondente, ed è inserita subito sotto la cicatrice precedente.

Fig. 14.ª — Embrione di *C. quadrivalvis* visto nella sua faccia laterale sinistra. — × 7.

TAVOLA IV.

Fig. 1.ª — Embrione di *C. equisetifolia* presentante un' anomalia nella posizione della cicatrice *c*, e quindi anche del rafe *r*. Questa anomalia mostra evidentemente come dalla cicatrice hanno origine e s' irradiano nel tegumento proprio dell' embrione le nervature. — × 12.

Fig. 2.ª — Metà superiore o posteriore della parete del frutto di *C. equisetifolia*, sezionata longitudinalmente, e vista nel suo interno. Il rafe *r* si è in gran parte distaccato dall' integumento proprio dell' embrione (come tante volte avviene nell' estrazione degli embrioni) ed è rimasto aderente alla faccia interna della commessura carpellare corrispondente. — × 6.

Fig. 3.ª — Breve tratto del rafe (porzione interna) veduto di faccia. Alcuni vasi spirali hanno il filamento più o meno svolto. — × 280.

Fig. 4.ª — Elementi contenuti nel rafe, isolati.

a. Vasi spirali ad estremo lungamente affilato. — × 280.

b. Tracheide. — × 280.

c e *d*. Due fibre. — × 280.

e. Porzione terminale di una fibra, vista ad un considerevole ingrandimento. Nella membrana e di faccia veggonsi numerose strie reciprocamente incrociantisi. — × 710.

Fig. 5.ª — Sezione trasversale dell' embrione coll' integumento e col rafe, in vicinanza alla cicatrice predetta. — × 35.

r. Rafe e tessuti annessi.

i. Involucro dell' embrione.

c. Cotiledoni.

Fig. 6.ª — Porzione terminale della radichetta *ra*, avvolta dall' integumento proprio dell' embrione *i*, e da una specie di cuffia protettrice *b*, dipendenza del tessuto parenchimatoso che accompagna il rafe. Le linee tratteggiate indicano la disposizione delle cellule componenti detta cuffia. — × 90.

Fig. 7.ª — Breve tratto dell' integumento proprio dell' embrione, visto di faccia ed in corrispondenza al mezzo della superficie laterale dei cotiledoni. Le nervature che si distribuiscono in detto strato, sono composte di tracheidi corti accompagnati da maggiore o minore quantità di cellule cambiformi esilissime. — × 240.

Fig. 8.ª — Breve tratto, *idem*, ad un maggiore ingrandimento. Preparazione osservata nell' acqua distillata. In alcune cellule si è disegnato il contenuto. — × 410.

Fig. 9.ª — *C. quadrivalvis.* Sezione della radichetta nel punto in cui il parenchima midollare *m* è già bene appariscente. — × 90.

i. Invoglio proprio dell' embrione formato da un unico strato cellulare a parete esterna differenziata in tante esili lamelle.

pe. Parenchima periblemico.

pl. Pleroma.

Fig. 10.ª — Porzione esterna di una sezione longitudinale assile dell' embrione col suo involucro, condotta in corrispondenza al terzo superiore dei cotiledoni. — × 320.

i. Involucro.

ep. Epidermide dei cotiledoni.

sp. Parenchima che corrisponde al tessuto spugnoso della foglia cotiledonare.

Fig. 11.ª — Sezione, *idem*, conservata da lungo tempo nella glicerina. — × 750.

i. Cellule dell'invoglio proprio dell' embrione, una delle quali mostra il contenuto.

ep. Cellule epidermiche.

sp. Cellule dello spugnoso.

al. Granuli di aleurone delle cellule epidermiche.

as. Aleurone dello spugnoso.

Fig. 12.ª — Espansione laminare già indicata nelle fig. 13 e 14 della Tav. III, vista ad un piccolo ingrandimento. Le serie cellulari componenti il tessuto di detta formazione, dalla base di questa insieme gradatamente convergono nel suo apice. — × 70.

vs. Vasi e tracheidi spirali del rafe, il quale è visto solo in piccola parte. Dal rafe penetrano tracheidi nella base dell' espansione anzidetta.

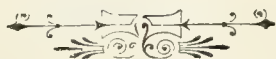
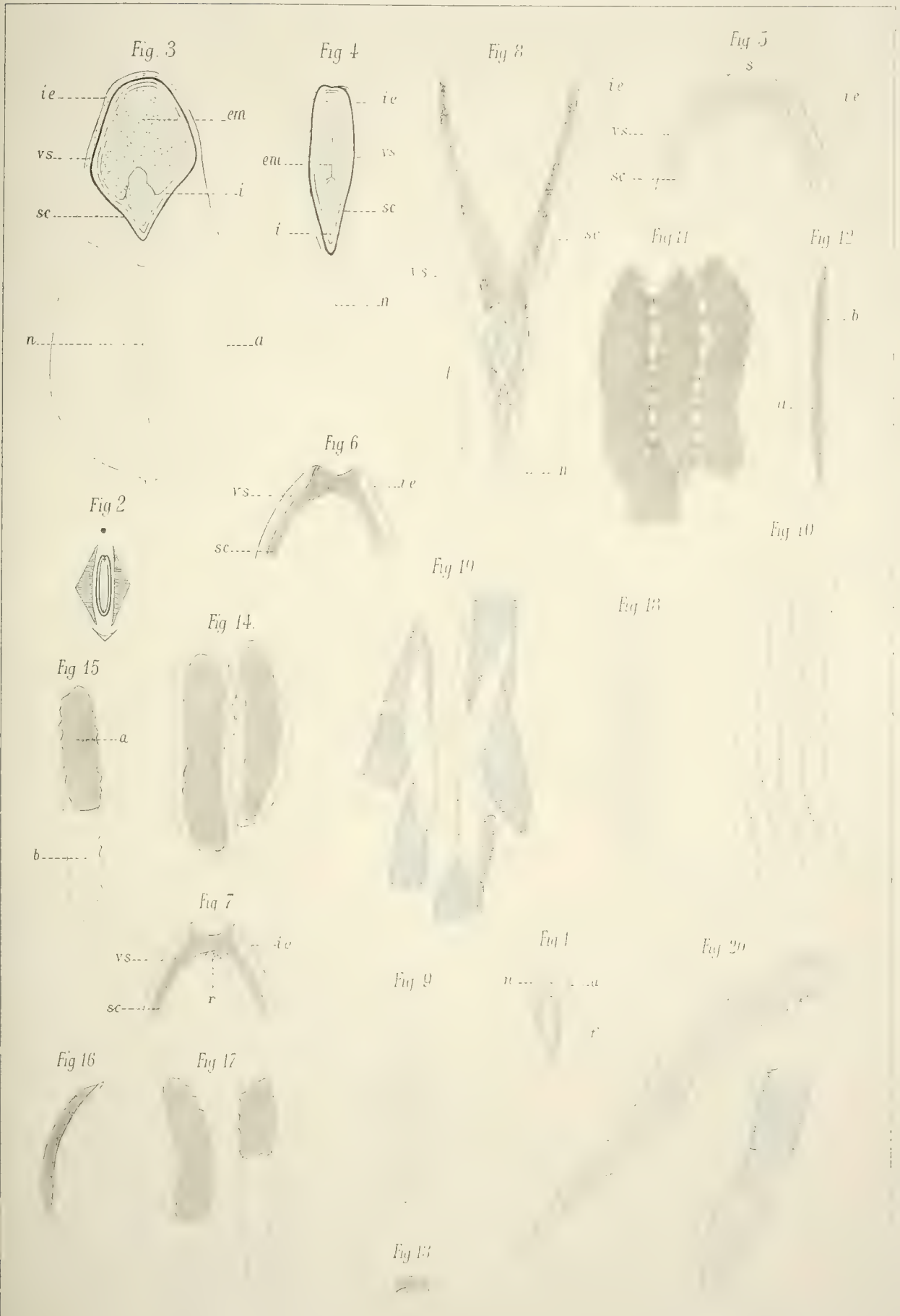
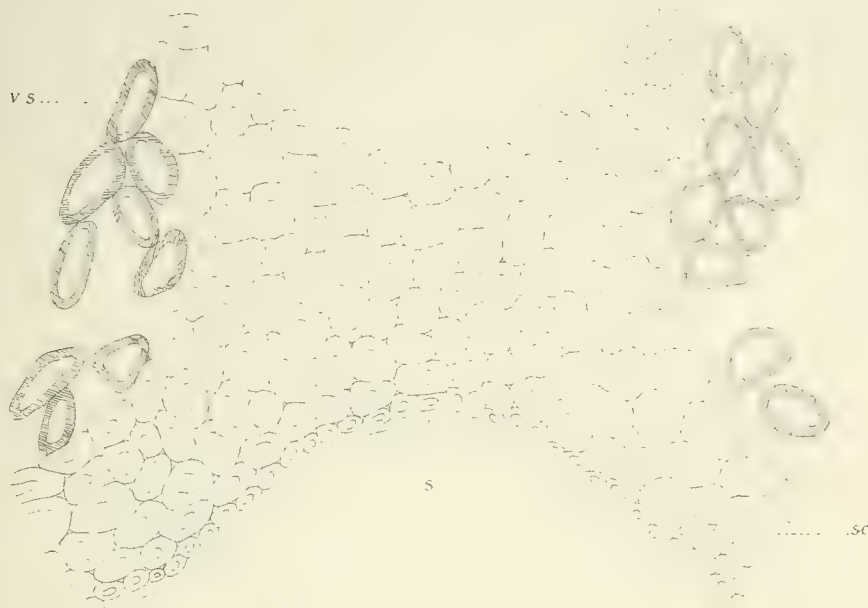
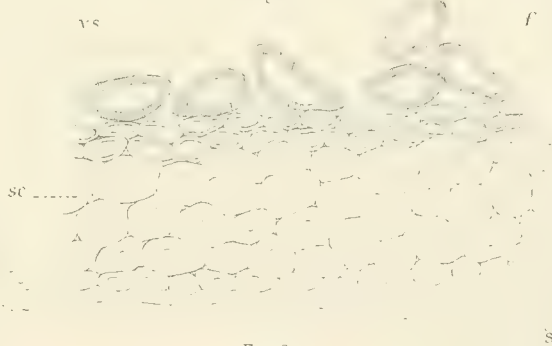
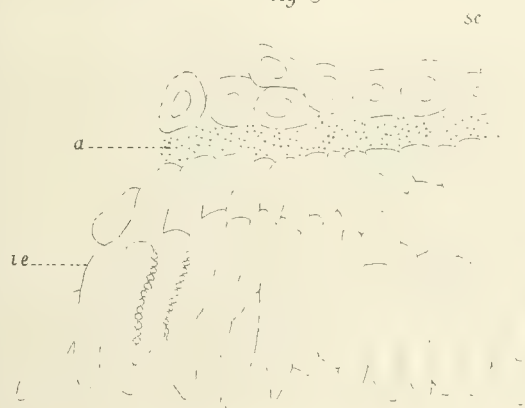
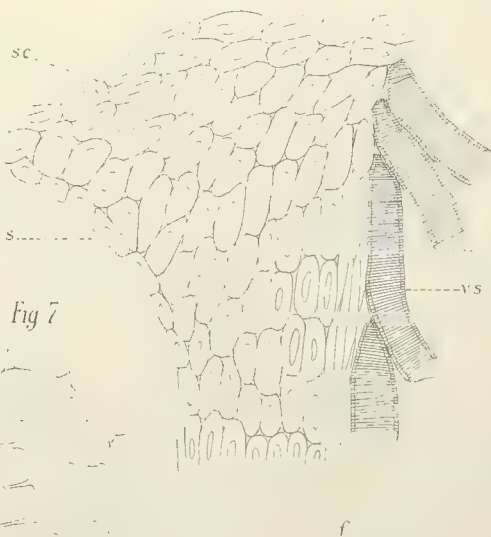
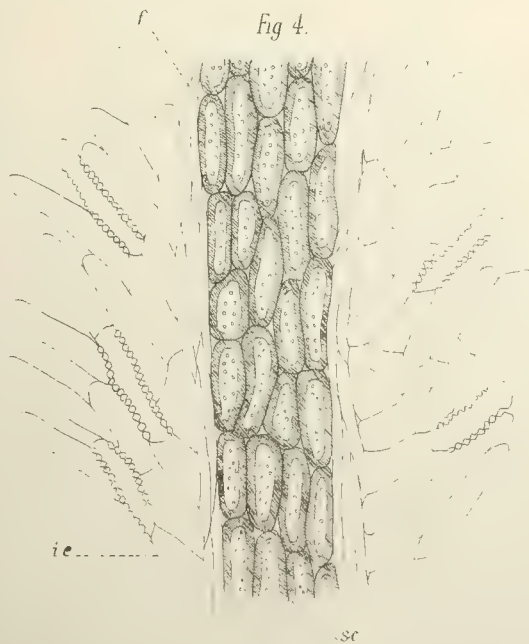
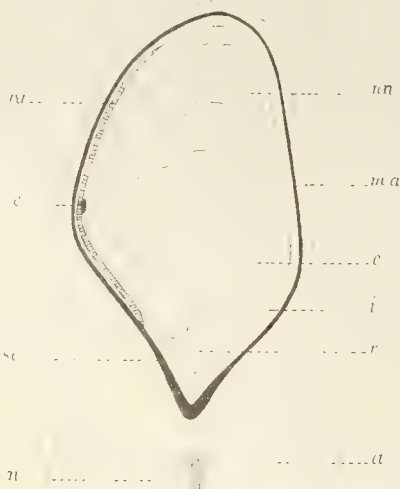
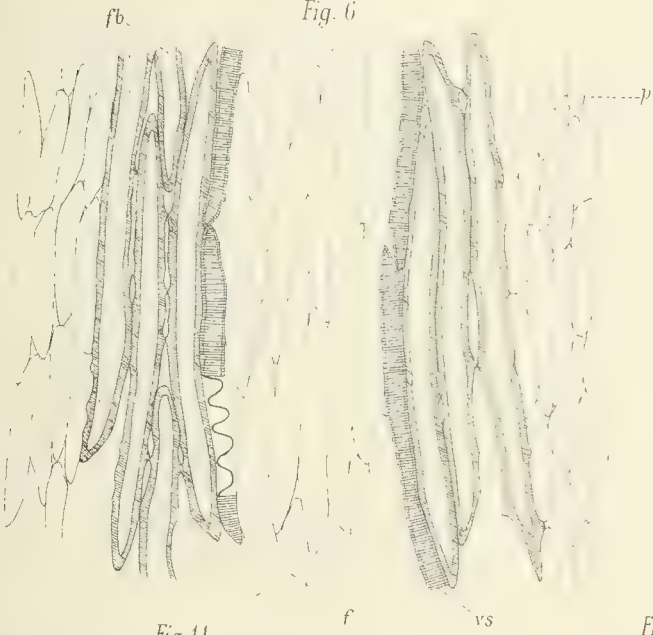
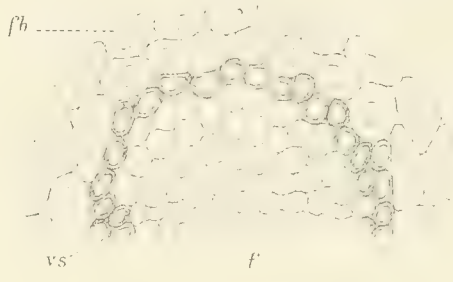
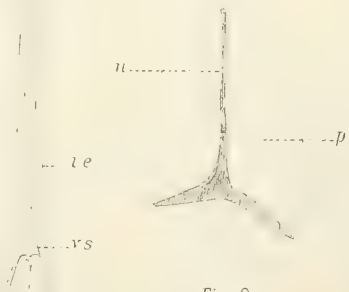
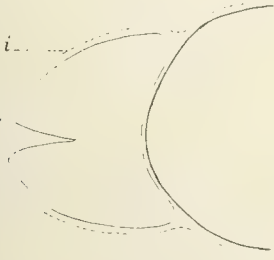



Fig. 3
ie
em
vs
i
sc
Fig 4
ie
em
vs
sc
i
n
a
Fig 8
Fig 5
s
ie
vs
sc
Fig 11
Fig 12
b
Fig 6
vs
ie
sc
Fig 2
Fig 10
Fig 14.
Fig 15
a
b
Fig 7
ie
vs
sc
r
Fig 9
Fig 1
Fig 16
Fig 17

F. Morini dis. E. Contoli, inc. Lit. G. Wenk e Figli — Bologna.

F. Morini, dis. E. Contoli, lit. Lit. G. Wenk e Figli – Bologna.

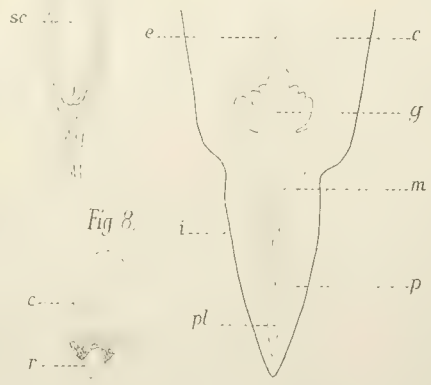
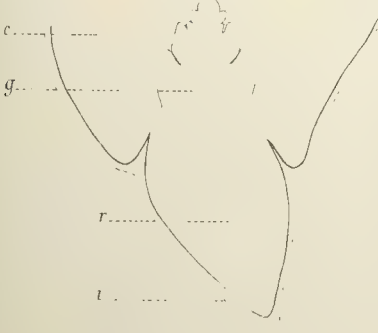
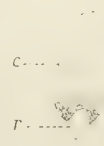
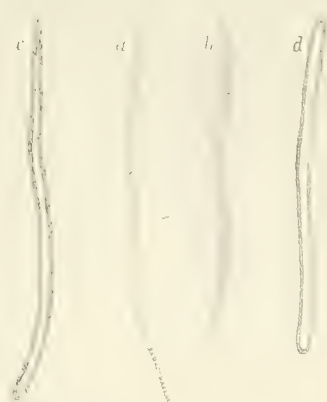
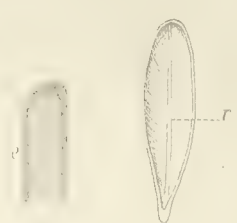
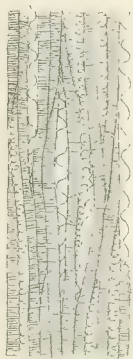
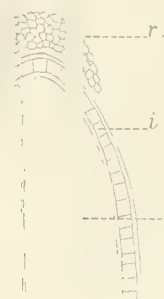
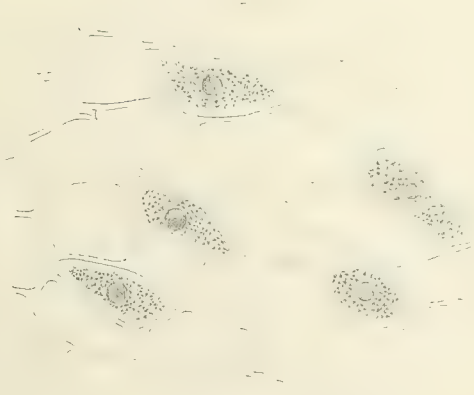
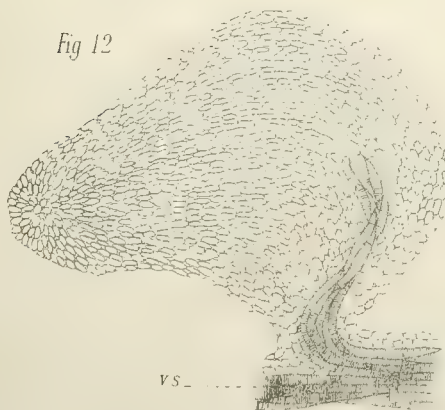
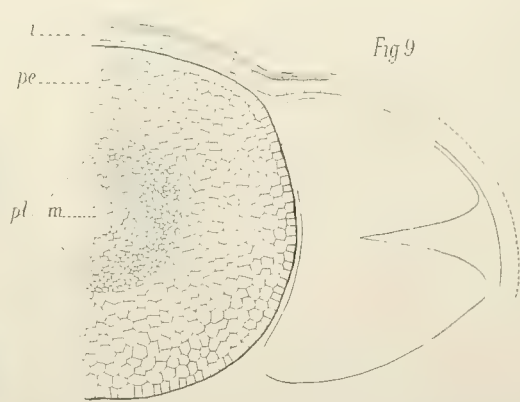



Fig. 10.
i
ep
sp
Fig. 2.
r
Fig. 6.
b
i
Fig. 3.
Fig. 5
r
i
Fig. 8.
Fig. 11
ep
al
sp
ns
Fig. 12
vs
Fig. 9
pe
pl. m.

SULLA COESISTENZA DELLE DUE PLAGIEDRIE INVERSE

SOPRA UNA FACCIA DI UN CRISTALLO DI QUARZO

E SULLE SPIRALI DI AIRY

IN UNA SEZIONE OTTICA DELLO STESSO CRISTALLO E DI ALTRI

MEMORIA

DEL PROF. LUIGI BOMBICCI

(Letta nella Seduta del 15 Novembre 1891).

Chiunque abbia studiata una serie sufficiente di cristalli di Quarzo sa che la dissimmetria strutturale inerente alla costituzione dei loro reticoli, ed alla funzione dinamica delle loro masse può manifestarsi *all'esterno di queste*, o presso alle facce limitanti, in tre modi diversi; cioè:

1.° Colle facce *plagiedre* di destra o di sinistra, le quali, nel Quarzo, sono di emiscalenoedri, dunque tetartoedriche; e dai mineralogisti indicate come la estrinsecazione classica e geometricamente determinabile della rotazione del piano di polarizzazione della luce, propagantesi per l' asse principale di rotazione; *dextrogira* o *levogira;*

2.° colle interposizioni simili a tenuissime diffusioni piane e colorate, od a veli sottili di minime particelle di Clorite o di Talco, o di Oligisto, o di Magnetite, disegnanti *nell'interno dei cristalli di Quarzo* le posizioni che sarebbero parallele alle faccette di plagiedria o coincidenti con queste, laddove sussistessero; tanto chè il cristallo che le offre, presentasi effettivamente plagiedro *nella sua struttura,* sebben privo assolutamente di qualsiasi modificazione plagiedrica esteriore; presentasi tale - per trasparenza -; nè potrebbesi rilevare a prima vista la sua dissimmetria strutturale, senza la casuale localizzazione del polviscolo colorato, nelle direzioni inclinanti a destra od a sinistra, ad essa subordinate.

Credo ignorata dai più questa notevole ed elegante particolarità, che vidi e feci conoscere primamente, fino dal 1872 (*); e credo che le super-

---

(*) Bombicci — L' emiedria strutturale e il Quarzo in gruppi elicoidi e paraboloidi — Bologna, R. Accad. delle Sc. ecc. 1872.

ficie plagiedre, perfettamente visibili per la limpidità dei cristalli, e situate al di sotto degli angoli comuni alle zone $2\bar{1}\bar{1}$ $2\bar{1}2$ (ossia $e^2 e^{1/2}$), e $1\bar{2}1$ 100 (ossia $e^2 P$), quindi al di sotto della faccia rombica, sieno della più frequente specie, vale a dire di simbolo $4\bar{1}2$;

3.° colle disposizioni *polisintetiche* di prismi, saldati fra loro in lastre contorte a curvatura elicoide frequentemente paraboloide, diretta nello stesso senso delle facce plagiedre concomitanti, e perciò nello stesso senso della rotazione c. s. del piano di polarizzazione; disposizioni cui si ravvicinano quelle dette *selliformi* dei carbonati romboedrici (*).

Ciò premesso, ricordo che un concetto *a priori* condurrebbe ad escludere, da qualsiasi cristallo *supposto semplice,* la coesistenza delle due inverse rotazioni c. s. nella sua massa; e delle facce tetartoedriche, o di emiscalenoedri di plagiedria inversa, nelle sue zone; ciò significa che in un dato cristallo plagiedro di quarzo, mai dovrebbero apparire contemporaneamente facce plagiedre di destra e di sinistra; ed a più forte ragione mai potrebbero queste due specie di facce tetartoedriche presentarsi sopra una stessa faccia e^2, a destra e a sinistra, presso lo stesso spigolo orizzontale e nelle due zone di opposta rotazione.

Difatti, se le qualità delle superficie esteriori di un cristallo sono la diretta e definitiva conseguenza del modo di adunamento delle sue particelle, dell' orientazione dei suoi reticoli e delle attività esterne che hanno presieduto all' esaurirsi, all' arrestarsi dell' incremento del poliedro, al decrescere dei suoi ultimi strati reticolari, è certo che in un cristallo *semplice* tutte le particelle debbono essere attive nell' identica maniera; la omogeneità strutturale deve esservi completa; tanto che, se dall' intimo moto delle molecole o particelle fisiche deriveranno, in presenza della luce o d' altre energie, fenomeni di dissimmetria e di rotazioni elicoidi, queste dovranno essere d' una sola maniera; esclusivamente *destrogire* o esclusivamente *levogire.*

Sarà pure implicitamente eliminata la possibilità che quel cristallo sia sede ad un tempo dell' una e dell' altra inversa manifestazione della dissimmetria strutturale. La semplicità di un cristallo, così intesa, sottintende quella della fisica eguaglianza delle sue parti, geometricamente analoghe; e quella della iso-orientazione fisica e dinamica delle sue particelle costituenti.

Pertanto sappiamo che questo concetto - *a priori* - trova, al pari di tanti altri, ben di raro, in pratica, la sua piena affermazione; ben di raro, all' ideale ora ricordato, corrisponde la struttura vera e abituale dei cri-

(*) Bombicci — Sulle superficie elicoidi e paraboloidi ne' carbonati romboedrici — 1885. — Id. Altri es. di contorsioni elicoidi — 1891.

stalli, naturali o artificiali che essi sieno. Appena i cristalli cominciano a diventar visibili e ponderabili perdono la loro iniziale e teorica semplicità di costituzione; essi divengono successivamente altrettanti aggregati, fasci, ammassi d' individui di cui l' assettamento fu di già più o men perturbato dalle inevitabili influenze circumambienti, e di cui la massa dovette per lo più comporsi con sistemi generatisi vicinissimi, e con analoghe simmetrie ed orientazioni, e progressivamente giungenti al contatto, alla saldatura, alla compenetrazione simulatrice di una semplicità e di una unicità che non esistono. Ed in un grandissimo numero di casi, le poligeminazioni, gli adunamenti mimetici, le compensazioni per alternanza continuata di elementi di inverse attitudini, di contrarie polarità si sommano nel giustificare, nell' imporre questa conclusione: in natura, i cristalli *unici* per uniforme regolarità e semplicità di assettamento, per identiche attitudini e proprietà fisiche in tutte le loro parti *sono eccezionali;* gli aggregamenti di più individui, talvolta simulanti nel modo più illusorio la unicità e semplicità dei poliedri rispettivi ma più di sovente offrenti segni esteriori della loro condizione sintetica, sono in grandissima maggioranza.

In quest' ordine di cose il Quarzo sta fra le più istruttive sostanze cristallizzate del regno minerale. Fra i suoi classici prismi bipiramidati, se ne trovano alquanti in ogni collezione, che ostentano una normale semplicità di forma geometrica; ma questa è ben lungi dal sussistere nella loro massa; e se nei cristalli di cui le facce nitide, piane e lucenti sono prive di quei solchi, di quelle incisioni e di quelle strie che disegnano tanto spesso, con capriccioso e irregolare andamento le superficie di contatto di più individui in un solo poliedro *sintetico*, i fenomeni ottici intervengano, vien subito posta — *propriamente in luce* — la verità. Ecco che emerge l' assoluta naturalezza del fatto della coesistenza, in un dato cristallo di Quarzo, di più individui iso-orientati *geometricamente*, ma con inverse rotazioni; perciò con inverse plagiedrie, dato che le facce plagiedre vi si costituiscano presenti.

Ricordo, concisamente, ciò che il Des Cloiseaux vide, dedusse e descrisse, sulle proprietà ottiche del Quarzo ametistino del Brasile;

L' ametista si comporrebbe di una pila di strati (reticoli cristalligeni), più o meno regolarmente addossatisi, e *coll' alternanza delle due contrarie rotazioni;* i tre settori, di 120° o di 60°, ne' quali sono ripartiti questi strati sarebbero separati, in generale, da strette striscie o da altri tre settori di Quarzo incoloro o giallognolo; e questi settori sono bene spesso divisi in due porzioni, a triangoli rettangoli ed a rotazione opposta, che sembrano formati da placche di Quarzo ordinario parallele alle $e^{1/2}$ e fra loro adese secondo un piano verticale, la cui direzione coincide con quella del prisma d^1.

Naturalmente ció si rileva coll' aiuto, indispensabile, delle proprietá ottiche, esaminate nelle placche tagliate perpendicolarmente all' asse dei singoli cristalli.

Le sezioni ottiche delle ametiste brasiliane, di quelle specialmente che portano *modificati* gli spigoli culminanti, piú di raro gli apici terminali, presentano talvolta l' alternanza di tre settori, scoloriti, puri, con altri tre del bel colore violetto caratteristico, accompagnato da un delicatissimo tratteggio piú scuro, a contorni paralleli a quelli della projezione verticale della piramide. Anche sulle facce *P.* di parecchi cristalli di ametista, intatti, vedesi la delicata e fina striatura, di cui le piú frequenti modalitá son disegnate nelle figure schematiche (1, 1 bis, 2).

Al polariscopio, a Nicols incrociati e luce parallela, i primi tre settori si mostrano *attivi* sul piano di polarizzazione della luce; gli altri tre, alternanti, violetti, si presentano *apparentemente inattivi.*

Dicendo - apparentemente, - si fa allusione a questo: che tre facce romboedriche, alterne, sulla piramide del Quarzo ametistino son costituite appunto, come sopra fu detto, *dall' alternanza di piani reticolari, inversamente attivi;* tanto che derivandone sinteticamente all' occhio le due sensazioni opposte ed equipollenti, producesi la neutralizzazione reciproca delle rispettive manifestazioni colorate e caratteristiche. Nasce *l' illusione* dell' inerzia ottica delle aree dei settori c. s., sul piano di polarizzazione.

I casi di cristalli *polisintetici* di Quarzo, simulanti, colla loro classica forma di prisma esagonale bipiramidato, un tipo relativamente semplice, posson dirsi innumerevoli. In teoria posson ridursi a pochi tipi distinti, fra i quali si possono concepire i due seguenti, facili a riscontrarsi nella massima parte dei prismi jalini dei piú produttivi giacimenti:

A. Tre, o sei sistemi prismatici, rispondenti con tre o sei settori della sezione piana esagona del cristallo, si uniscono intorno ad un asse comune, che diviene perció asse effettivo di giunzione, coincidente colla direzione assile di simmetria e di elasticitá. In teoria i sei settori dovrebbero, nelle sezioni normali, esser triangolari ed eguali; in realtá si presentano quasi sempre irregolari, e di ben diversa estensione.

Questo modo di compenetrazione é frequentissimo; e suol essere accusato sulle facce dei prismi e delle piramidi da solcature piú o men distinte, profonde, tortuose o dentellate, ripetute talvolta sopra una stessa faccia, e accompagnate da lievi divergenze nel parallellismo delle zone prismatiche di cui segnano le giunture; quindi con una indiscutibile prova della costituzione multipla, mimeticamente prodottasi, dei cristalli ne' quali si osserva. Ció si coordina, altresí, colla esistenza, fra gli es. di Quarzo di quei singolari aggruppamenti, a guisa di fasci di abito prismatico, ma

a sei prismi distinti che feci conoscere fino dal 1875 (*). In essi, ciascuna piramide, presenta le tre facce del romboedro *P.* molto più estese delle $e^{1/2}$, senza verun' altra modificazione; ma dei sei prismi tre sono più grossi e lunghi e si uniscono presso un asse comune di simmetria; tre sono assai più piccoli, e s' incastrano simmetricamente fra i precedenti, ed alternando con essi (fig. 3 e 3 bis). Il fascio si fà multiplo, confuso e curvilineo verso l' altra estremità, inferiore.

Puó altresi coordinarsi colle più moderne idee sulla costituzione molecolare del Quarzo, per le quali questo minerale sarebbe biasse, ed assumerebbe il tipo esagonale, romboedrico, colla inerente uniassicità per la sovrapposizione, *a pila* di elementi reticolari biassi, e per il loro progressivo spostamento, girante (da destra a sinistra o viceversa), per 60°, intorno ad un asse che diverrebbe l'asse ottico unico del sistema.

B. In corrispondenza alle facce *P.* della piramide, si ha la continuata sovrapposizione di piani di progressivo incremento, sulle facce medesime; ma coll' alternarsi di quelli a rotazione destrogira con quelli a rotazione inversa o levogira. È il fatto notoriamente osservato fino dal 1854 (Haidinger), nei cristalli di Quarzo ametistino del Brasile, illustrato dal Des-Cloiseaux nel 1855 (**); e successivamente, fino a questi giorni, da altri sommi mineralisti, riportato in quasi tutti i trattati e manuali di cristallografia generale e di fisica dei cristalli.

Ecco pertanto ció che mi é occorso di osservare, in ordine a tali particolarità fisiche del Quarzo, in un interessante cristallo da me acquistato con parecchi altri nella più recente delle escursioni che feci alle cave del marmo statuario di Carrara; ed in una istruttivissima sezione ottica, normale, di un cristallo di Ametista brasiliana, donata al museo dall' egregio amico e collega, Prof. Cav. Dante Pantanelli.

Accenneró dapprima il modo di comportarsi di questa sezione d'Ametista, fra i nicols a 90°, nel polariscopio, sia a luce parallela sia a luce convergente.

A luce parallela, l' area esagona della placca offre tre settori di color grigio traente al violetto, con lievi gradazioni e variazioni verso le basi (lati dell'esagono), e con i rispettivi apici convergenti al centro sostituiti da un angolo ottuso di 120° (fig. 4); su questi tre settori appariscono le linee sfumate, di colore violetto carico, quasi bruno, le quali tendono a ripetere per parallellismo, il contorno dei rispettivi settori come nelle figure schematiche già citate (1, 1 bis, 2); ma in realtà, si fanno qua e lá flessuose, e più o meno scure; ció peraltro a seconda, ancora, dell'incidenza sotto la

(*) Bombicci — Corso di Mineral. Vol. 3° pag. 623.
(**) Annales des Chimie et Physique 3ª s. T. XLV.

quale vengono guardate, dato che l'osservatore sposti dall' asse la direzione del raggio visuale. Se venga girato l'analizzatore non s'induce altra variazione se non l' alternarsi per due volte il massimo e il minimo di ombra, in ogni rotazione di 360°.

Con questi tre settori grigio-violetti, a tinta fissa e strie o tratteggiature di ombra, alternano tre settori colorati con tinte spettrali, che variano ad ogni lieve obliquità che s' induca nella lastrina, ovvero ad ogni spostamento girante dell' analizzatore; lo spessore della lastrina, con i Nicols a 90°, dà la tinta dominante gialla. Se non che, una tinta complementare (azzurra), forma delle striscie, nella direzione dei raggi, le quali, tendono a dividere in due parti ciascun settore giallo; e naturalmente passano alle successive tinte dello spettro, contemporaneamente a quelle delle altre parti del settore, sempre peraltro mantenendosi complementari le une e le altre.

Le aree gialle (nicols a 90°), sono *levogire;* le striscie azzurre sono *destrogire.*

A luce convergente le aree dei tre settori grigio-violetti, a tratteggio, appariscono inerti sul piano di polarizzazione; vi si osservano gli anelli colorati e la croce scura di color azzurro cupo, con intersezione centrale; le aree gialle si mostrano attive con una area circolare di color giallo carico uniforme; anelli vivacemente colorati periferici; e quattro belle nappe scure di ombra; sono *levogire*; le parti men ristrette delle areole azzurre si confermano *destrogire*; ma ciò che più merita di esser notato si è l'apparire, con grande chiarezza e distinzione, nei lembi estremi dei settori, presso ciascun angolo piano di 120°, della sezione esagonale, quindi presso ai passaggi fra i settori che si alternano, delle SPIRALI DI AIRY.

Queste spirali sono tutte simmetricamente disposte, vale a dire, alternansi le tre levogire colle tre destrogire. Ciascun settore ne ha due simmetriche rispetto alla sua bisettrice mediana; i settori grigio-violetti hanno destrogira la spirale a sinistra di chi ne guardi il lato esterno dal centro; e levogira quella a destra c. s. Inversamente, per i settori attivi sul piano di polarizzazione.

La fig. 5 rappresenta schematicamente, e con regolarità non eccessivamente diversa dal vero, le sopraccennate disposizioni.

Adunque, il cristallo di Ametista dal quale ebbesi la sezione normale, sede dei fenomeni ora indicati, può considerarsi costituito mimeticamente:

a), da tre coppie di pile verticali, di reticoli cristallini, probabilmente inclinati di circa 94°, sull'asse centrale, verticale, comune. Ciascuna coppia occuperebbe, intorno a quest'asse, il posto di tre settori alterni di un esagono; avrebbe struttura uniforme, omogenea, come quella dei quarzi

unicamente ottici, di destra o di sinistra, sien pure da ritenersi composti alla lor volta da pile di elementi *biassi* a progressivo spostamento girante di 60°; ed in ciascuna coppia le due pile avrebbero rotazione inversa.

b), da un sistema di lamine decrescenti, pur disposte a pila colla stessa inclinazione probabile, di circa 94°, sull'asse, ed occupanti il posto degli altri tre settori cui alternavano i primi; ma con una continuata alternanza di elementi ad inversa rotazione, donde la sintesi dei due fenomeni, la neutralizzazione delle loro rispettive manifestazioni, l'illusione di una inerzia, che *spetta all'assieme*, e la realtà dell'attività ottica giratoria, presente ma alternativamente di destra e di sinistra, nelle singole lamine reticolari.

Tutti questi sistemi prismatici, a pile reticolari, concorrenti a comporre dattorno ad un asse comune la forma classica del Quarzo, si compenetrerebbero, con alternanza di più grossolani o multipli sistemi di lamine a rotazione inversa, nascendone, appunto lungo le direzioni di contiguità, il fenomeno delle spirali di Airy e nel modo poc'anzi descritto.

Il cristallo di Carrara (N.° 39264 di collezione), è limpido e incoloro, come lo sono notoriamente quasi tutti quelli generati nelle cavità del marmo saccaroide dalla silice che si filtra e si purifica nelle porosità di questa roccia. La sua forma dominante è leggermente sfalloide; ha due faccettine rombiche ($4\bar{2}1$ e $41\bar{2}$), ed una di un romboedro acutissimo, *diretto,* la quale sebbene non lucida e perciò di misurazione approssimativa può riferirsi alla forma non rara $e^3 = 3\bar{1}\bar{1}$. Sulla nitidissima faccia della zona $e^2\ e^2$, segnata con asterisco nella figura, vedonsi appunto le due inverse faccette di plagiedria, disposte simmetricamente presso gli angoli superiori destro e sinistro (fig. 6).

Tali faccette non sono lucenti; sono quindi disadatte esse pure ad una misurazione esattissima; tuttavia è tanto vicina a 167°,58′ la loro inclinazione sulla e^2, oscillando fra 167°,42′ e 168°06′, da permettere d'identificarle alle plagiedre x e x^1, di Descloiseaux, corrispondenti alle tetartoedriche $\varkappa\pi(51\bar{6}1)$ e $\varkappa\pi(5\bar{1}\bar{6}1)$ del Miller, alle $+\frac{6P\frac{6}{5}}{4}$ e $-\frac{6P\frac{6}{5}}{4}$ del Naumann; alle $\{6\frac{1}{2}d^1d^2\}$ di Lévy, e $4\bar{1}\bar{2}$, $41\bar{2}$ di altri cristallografi moderni; le quali plagiedre sono appunto le più frequenti fra gli emiscalenoedri del Quarzo di Carrara.

In correlazione di queste particolarità di plagiedria potevasi prevedere la localizzazione, in due o più aree distinte, delle due inverse rotazioni del piano di polarizzazione; e perciò, un addossamento regolare di lamine reticolari alternativamente dextrogire e levogire, e la presenza delle spirali di Airy; potevasi cioè desumere, dalla disimmetria geometrica esteriore, l'inerenza di fenomeni che nell'ametista brasiliana raggiungono la

loro migliore estrinsecazione senza che veruna faccetta plagiedra modificatrice vi si costituisca, ma col concorso abituale di modificazioni sugli spigoli culminanti, e di striature su tre facce alterne, romboedriche, di cui non si vide mai traccia nel Quarzo di Carrara, nè di tanti altri giacimenti.

L'osservazione ottica ha dato pienissima ragione alle previsioni.

La lamina tagliata dal cristallo di cui è parola, nella posizione che vedesi disegnata a tratti nella fig. 6, risaldata dipoi nelle superficie di taglio, ha uno spessore di 4 mm; nel catalogo ha il N.° 39265. — Fra i nicols a 90.°, tanto a luce parallela quanto a luce convergente, si comporta con grande analogia delle sezioni ottiche delle ametiste brasiliane; tranne la presenza dei settori a tinta grigio-violacea permanente, essendovi sostituite da estese aree colle spirali di Airy.

A luce parallela l'area esagona apparisce, difatti, anche nella sezione del cristallo di Carrara divisa in sei settori dal contrasto di colori complementari; e questi colori, restando a 90.° le sez. princ. dei nicols, sono l'aranciato (il più esteso), e l'azzurro, con zone diagonali violette; *le due diverse colorazioni spettano a ciascun settore,* tanto che nel settore alto (fig. 7), il bleu è a destra e l'aranciato a sinistra dell'osservatore. Per poco che la lamina facciasi obliqua sull'asse ottico del polariscopio si vedon - fiammeggiare -, come nell'Ametista, vivacissimi i colori spettrali in quei settori. Mutasi lievemente il disegno di questi, facendosi vie più appariscente la differenza dell'estensione relativa.

Ruotando l'analizzatore, o col mezzo della mica $1/4$ d'onda, si vede che tre settori otticamente levogiri si alternano con gli altri tre, che sono invece destrogiri.

A luce convergente é facile il riconoscere la distribuzione delle aree aventi la polarizzazione rotatoria normale, col circolo centrale monocromo (giallo), e gli anelli periferici, colle nappe d'ombra nascenti sul contorno del circolo suddetto; e quella delle aree colle spirali di Airy, alcune levogire, altre dextrogire (condizioni invertibili se si rovescia la lamina) vedrebbesi, nel suo insieme, se fosse possibile. Tre, fra le dette spirali, appariscono di mirabile nitidezza; due sono dextrogire ed una è levogira.

La fig. 8 dà l'idea di questa distribuzione che non puó osservarsi nel suo insieme, dovendo cercare una ad una le plaghe distinte da condizioni ottiche differenti; ma puó essere rappresentata schematicamente come nella fig. 9.

Circa la struttura ed orientazione della superficie di contatto delle parti, aventi, nel medesimo cristallo, inverse le attività rotatorie, e generanti perciò il fenomeno delle spirali, parmi debbasi supporre che detta superficie,

individuata in un piano ideale, sia *obliqua sull'asse*; che sia parallela in generale ad una faccia romboedrica P, ovvero $e^{1/2}$.; e che effettivamente consista in una regolare successione di gradini paralleli, dati da una legge costante di decrescimento, in ambedue le parti che si sono saldate; tanto da consentire l'incastrarsi reciproco ed esatto dei gradini.

In questo concetto, che pure concorda con quello della struttura *romboedrica* del Quarzo, dovendo l'obliquità delle superficie a gradini coincidere coll'inclinazione delle facce P, o delle $e^{1/2}$ sull'asse comune, si spiega la nitidezza delle spirali che appariscono simili perfettamente a quelle date dalle coppie di quarzi, d e s, appositamente costruite. Se la giunzione fosse unicamente in un piano normale all'asse, unito, continuo, sarebbe stato un caso ben fortunato quello di indovinare, senza criteri dirigenti, la posizione di rigore pei due tagli, acciò il detto piano restasse intermedio. Invece, se ammettiamo che abbiasi l'obliquità della gradinata regolare si troveranno sempre, intersecandola con due sezioni parallele fra loro, due punti opposti nella cui direzione, li spessori delle due placche *a bietta* saranno eguali. Ho costruito appositamente una simile disposizione tagliando da due cristalli simili di Quarzo, di rotazione inversa, due biette, coll'angolo di 94° per l'obliquità del piano interno sulle facce basali del sistema; ed ho potuto verificare l'identico prodursi delle spirali di Airy, come nelle sezioni dei cristalli adesso illustrati (fig. 10).

Anche la sezione del piccolo cristallo che sta in collezione col n.° 39266, (fig. 11), presenta le spirali di Airy unitamente alle colorazioni circolari, uniformi, della ordinaria polarizzazione girante. Questa, inerente alla massima parte del campo ottico *è dextrogira,* colla tinta arancio fra i nicols +; le spirali vi appariscono nitide, ma limitate ad una sola posizione presso lo spigolo più breve del perimetro esagonale (fig. 12).

L'interesse che ho dato ai fatti e alle osservazioni che cercai di riassumere nelle pagine precedenti deriva primamente dalle loro strette attinenze colla fisica generale dei cristalli, nel campo privilegiatissimo, luminoso e fecondo de' fenomeni ottici di polarizzazione e di dissimmetria strutturale; e deriva in gran parte, altresì, dalla grande rarità, fino ad oggi, delle sostanze minerali nelle quali, oltre al Quarzo, si palesino con istruttiva varietà i suddetti fenomeni; dalla difficoltà di aver le sezioni ottiche tagliate da cristalli di eccezionale pregio per le particolarità geometriche, esteriori ed avvisatrici; e per essere tratto, l'esemplare così studiato e descritto, da uno dei più celebri giacimenti minerarii d'Italia.

LE GUGLIE CONOIDI

RIMPIAZZANTI LA PIRAMIDE ESAGONO-ISOSCELOEDRICA

IN DUE ESEMPLARI DI QUARZO DI TAVETSCH (S. GOTTARDO)

LORO CORRELAZIONI CON I RILIEVI LANCEOLARI DEL QUARZO DI PORRETTA

MEMORIA

DEL PROF. LUIGI BOMBICCI

(Letta nella Seduta del 15 Novembre 1891).

Nella collezione dei cristalli di Quarzo del nostro Museo universitario stavano in disparte due esemplari, de' quali non avevo potuto determinare la vera condizione geometrica nell' atto in cui classificavo le singole categorie. Essi portano i numeri di serie, 1471 e 1735. (collez. per eserc. prat.)

Non era facile, infatti, l' assegnare lì per lì a quei due strani esemplari un posto nella rispettiva serie cristallografica; imperocchè, di tutte le facce che son proprie della forma classica del Quarzo, ed abituali della immensa maggioranza dei suoi cristalli, solamente due o tre, piccole, scabre, imperfette vi appariscono; e nemmeno vi rappresentano facce cristallograficamente e fisicamente vere; spettando esse alla zona del prisma esagonale, il qual prisma nei cristalli di Quarzo, e di tante altre specie, par che ci sia, ma che, al contrario, *strutturalmente o intrinsecamente non c'è* (*). Invece, ciò che in ambedue gli esemplari dà il carattere alla rispettiva loro modalità è un insieme di guglie o rilievi di tipo conico ad apici ottusi e

---

(*) Ai lettori eruditi in cristallografia non occorre di mostrare che ciascuno dei sei piani del prisma del Quarzo non è che la ripetizione di un numero variabilissimo di spigoli laterali di una pila di lamine, strutturalmente romboedriche. Se questi spigoli sono equidistanti dall' asse di simmetria cui sono normali, potrà immaginarsi per ciascun assieme, un piano tangente; quindi una zona di sei piani tangenti, e paralleli all' asse di simmetria del poliedro; ma i sei piani saranno *ideali;* saranno sei astrazioni, prive di qualsiasi materialità; null' altro alternandosi alle linee degli spigoli suddetti che le facce convergenti in alto e in basso, degli esagonododecaedri che si susseguono; quindi degl' incavi di facce oblique sull'asse, *senza traccia di pianità parallela a questo medesimo asse.* Tali considerazioni valgono per l' infinito numero delle facce *date da modificazioni per decrescimento*, di tutte le sostanze che cristallizzano, tanto nei giacimenti naturali quanto nel laboratorio.

spuntati, con faccette convesse, rugose, indeterminabili, e colle superficie increspate, striate finamente dai vertici alle basi, (fig. 13 e 13 bis, es. 1471 collez. sudd. e fig. 14, es. 1735 c. s. Tav. I.).

Queste guglie conico-convesse, occupano bensí il luogo cristallografico della piramide esagona, isoscelododecaedrica; e sorgono da una base comune a disegno quasi esagonale (fig. 15); ma non riproducono minimamente le proprietà geometriche di questa forma.

In ambedue gli esemplari, di puro Quarzo (*), uno de' quali limpidissimo, a superficie lucenti, di rara nitidezza (Es. 1471 c. s.), manca completamente la suddetta piramide, caratteristica del Quarzo cristallizzato.

Le guglie, con abito conico dominante, sono molte e pur distinte nell'esemplare limpido, incoloro (fig. 13 e 15 citate); nell'altro, invece, esse si confondono in una guglia prevalentissima, la cui superficie pare alquanto appannata, come per finissima smerigliatura, ed il cui colore tende ad una tinta verdolina, appena sensibile.

Occupandoci a preferenza dell' esemplare più limpido e istruttivo, é facile lo scorgere che ciascuna guglia é un singolare adunamento di piccoli elementi acuminati, fibrosi o increspati, disposti tutt' all'ingiro dell' asse di ciascun rilievo conico, nelle posizioni delle generatrici; taluni fasci di questi elementi a punte convergenti, s' interrompono o si esauriscono a differenti distanze dall'apice comune, o dalla base; e tutti uniti generano le singole guglie, ne fanno ondulata, multipla e irraggiante la superficie, sebbene questa si presenti lucentissima dovunque, ed in alcune parti, levigata e liscia, ma sempre convessa, (fig. 17).

Naturalmente ciascuna guglia, se fosse isolata, avrebbe la base di figura pressoché circolare; talune, accennano ad una esagonalità di assieme che é peraltro dissimulata dalle curve e dalle sinuosità dei lati, (fig. 16). Tutte, a prima vista si direbbero di sostanza gommoide, solubile, ed in parte sciolta da un solvente in un breve intervallo di tempo.

Un' altra particolarità che ambedue i pezzi possiedono é la presenza, nella parte opposta, al disotto dei rilievi ora indicati, quindi nella direzione negativa dell' asse, di un peduncolo nascente da una conicità inferiore, irregolare ad incavi ed areole pianeggianti, disposte confusamente; il qual peduncolo é contorto quasi a spirale (fig. 13 e 14 citate), rappresen-

(*) Poteva dubitarsi per un momento che una conformazione così evidentemente cristallina, sebbene curvilinea, ed al tempo stesso così completamente diversa da quella che già dissi - classica - del quarzo in cristalli, fosse data veramente da questo minerale. In altri termini, poteva sorger lo scrupolo, sia pure eccessivo, se la sostanza fosse bensì rassomigliante al quarzo ma tutt' altra cosa. Una prova al cannello, l' esame di una sezione ottica normale all' asse, ed ogni proprietà fisica esterna, tolsero immediatamente il dubbio; ambedue gli esemplari sono di quarzo, probabilmente purissimo.

tando in ambo i casi una porzione estrema de' rispettivi gruppi che stava incastrata nella ganga quarzifera.

Conveniva pertanto che siffatte modalità, assai singolari e rare delle cristallizzazioni di Quarzo, contemporaneamente riscontrate in due esemplari di differente provenienza avessero una qualche interpretazione.

Nulla di più opportuno e favorevole, in casi di questo genere, che il confronto dell'oggetto o del fenomeno di cui cercasi la spiegazione renitente, con altri oggetti o fenomeni analoghi e di già sufficientemente noti.

Per me era cosa facilissima il ravvicinare le forme coniche ad apici ottusi ed a superficie increspate, con acuminate convessità convergenti ed i cristalli che le presentano, a ciò che si osserva *in una quantità enorme di gruppi di Quarzo del macigno oligocenico porrettano*; avendo formata io stesso, e recentemente riordinata, con aumenti considerevoli, la collezione famosa di tali quarzi, e per averne illustrate le più istruttive particolarità.

Nella Memoria che presentai a quest'Accademia nel 1874, col titolo: « Descrizione della mineralogia generale della provincia di Bologna », indicai a pag. 127, parte 2ª, il fatto notevole e comune dei rilievi a guisa di lame o di lance appuntatissime, a superficie curva, convessa e lucente, il cui tipo abituale vedesi disegnato nelle fig. 18, 19, 20.

Ricordai questa particolarità nel mio « Corso di Mineralogia » edito nel 1875, avendo già chiamati *rilievi lanceolari* i rialzi delle faccie configurati a lancia appuntatissima.

Siffatti rilievi, avendo la linea di base presso gli spigoli che limitano le facce stesse, hanno le loro punte sempre dirette verso le aree centrali. Talvolta sottili, simmetrici, finamente disegnati, lisci e lucenti essi sono in altri casi riuniti a fasci, e formano rilievi conoidi *perfettamente eguali a quelli che si potrebbero trarre dai rialzi conoidi dei due esemplari di cui si tratta,* tagliandone una parte con un piano parallelo - o quasi - all'asse di simmetria (asse del cono).

Ne segue, che basta immaginare tolti da una data piramide di Quarzo porrettano, i sei sistemi di rilievi lanceolari possibili, ad apici convergenti verso quello della piramide stessa, e dipoi raccolti in un solo sistema conoide, conservandone le posizioni rispettive, per avere in siffatto sistema la riproduzione esatta del fenomeno che c'interessa, e di cui cerchiamo la spiegazione.

Io credo di aver compreso così il significato della singolare configurazione dei due esemplari ripetutamente citati. Ho trovato giusto il ravvicinamento, quasi direi la identificazione, dei rialzi a forma conica, e ad apici spuntati da facce convesse con i rilievi lanceolari distribuiti e distinti sulle facce del Quarzo porrettano; quindi mi sembra perfettamente

logico l'assegnare ai rialzi conoidi dei quarzi alpini la stessa causa prima che puó aver prodotti i rilievi lanceolari porrettani.

Quale é questa causa prima?

Eccoci alla parte più delicata e ardua del soggetto richiamante l'altro fatto della stessa identica indole e già notissimo ai mineralogisti, dell'attondamento, cioé, lisciatura e apparenza *gommoide* dei cristalli di quarzo della Grotta Palombaja, nell'isola d'Elba. Due supposizioni potevano intervenire subito, e difatti intervennero, nel quesito:

1.ª La configurazione attondata, gommoide, puó esser inerente alla massa cristallina, fin dai momenti iniziali della sua genesi, ed alle consecutive fasi di sviluppo dei cristalli; ossia, puó dipendere da una perturbazione delle forze molecolari orientatrici, abbastanza vigorosa *per modificarne la struttura*, e sopratutto per cambiarne l'esterna disposizione delle superficie. Ciò implicherebbe un fenomeno di dimorfismo fin ora ignoto, o almeno non esplicitamente notato e generalizzato nella storia del polimorfismo chimico e strutturale. In conclusione secondo questa ipotesi i rialzi conici, a guglia spuntata da facce convesse, dei quarzi in discorso, sarebber divenuti smussati, curvi, convessi e levigatissimi per la stessa ragione che fa convessi, curvi e lenticolari i cristalli di Selenite, anche se inclusi, se penetranti in altri cristalli maggiori e limpidi; che fa *selliformi* quelli di Dolomite, commisti ad altri di Calcite, di Quarzo, di Gesso, ecc., aventi *tutti*, i loro angoli e spigoli intatti (es. di Traversella di Carrara, ecc.); che fa contorti a doppia ed inversa torsione i singoli prismi di Stibina del Giappone, ed elicoidi con piramidi illese e vertici vivi ed acuti le placche polisintetiche di Quarzo e che presiede alle convessità o rigonfiamenti delle facce, negli ottaedri di Hauerite.

Tale spiegazione non mi pare applicabile al caso che ci occupa.

2.ª supposizione: I cristalli sarebbero ridotti tali quali si vedono da azioni *successive* alla loro definitiva formazione, *indipendenti dal processo di questa ed inerenti all'ambiente dove essi si trovano in posto.*

Quindi, corrosioni chimiche, dissoluzioni parziali ma possenti, asportazione di materia dai cristalli più voluminosi e meno divergenti dal tipo normale della specie cui appartengono.

È probabile ciò?

Le corrosioni di cristalli per parte di azioni chimiche dissolventi, esercitate da liquidi attivi sulla sostanza cristallizzata, da essi stessi alterata, o semplicemente disciolta, corrosioni che spiegano perfettamente molte particolarità dei cristalli naturali e artificiali, possono forse ammet-

tersi *in siffatta misura* pel Quarzo? Possono ammettersi per altre, diversissime sostanze, alla loro volta poco alterabili, poco solubili, molto dure, molto bene cristallizzate nel maggior numero dei casi, compreso il Diamante, il Topazio, la Tormalina, l'Anglesite, la Baritina, lo Sfeno, ecc.?

Quali saranno stati, in ogni caso, i solventi di questi corpi, taluni affatto insolubili in qualsiasi reattivo liquido noto, tranne i fluoruri ed i liquidi fortemente alcalini, a patto, peraltro, di una lunghissima durata di azione su quantità minime di materia passiva, ed in istato di disgregazione completa?

Allorquando vidi per la prima volta, 16 anni or sono, i cristalli di Quarzo della Grotta Palombaja colle loro sommità tondeggianti e liscie, cupoliformi, lucenti, tanto da parere bastoncelli o grumetti di resina o di gomma, induratasi dopo rammollimenti o dissoluzioni, superficiali, parvemi che nessun altra spiegazione di così strane modalità fosse possibile, oltre quella di un' azione chimica dissolvente; parvemi che le convessità lucenti degli spigoli terminali e culminanti, e dell'apice della piramide non potessero riferirsi a veruna faccia subordinata alla legge di razionalità, e che le tracce stesse di facce cui potevasi dare, sebbene dubitativamente, un simbolo derivassero unicamente da fenomeni di lenta ma vigorosa erosione. Fu soltanto dopo di aver accuratamente studiato il fatto nelle sue intime analogie con i tanti casi di superficie curvilinee, convesse e liscie di altri cristalli e di differenti specie; e dopo di aver riconosciuto inesplicabile, nel concetto delle corrosioni e dissoluzioni sia la integrità di cristalli delicati, fini, a piramidi aguzze e spigoli nitidissimi, pur contigui a quelli di apparenza gommoide; sia la presenza nei quarzi a cupolette liscie, di vacui poliedrici *interni*, con spigoli e angoli pure smussati, e curvilinei, ed evidentemente estranei ad ogni qualunque azione corrosiva di liquidi dissolventi, che mi convinsi di dover ritornare sulla prima idea e di dover cercare nelle ultime fasi dell'incremento dei cristalli a facce convesse, negli estremi momenti in cui se ne esaurisce l'attività donde esso incremento deriva, le ragioni della convessità delle piramidi del Quarzo di Grotta Palombaja, analogamente a quanto deve farsi, senza incertezze possibili, per i quarzi contorti di Goschenen, per le superficie sferico-esagonali della Campilite, per le superficie paraboloidi dei romboedri selliformi, per i prismi doppiamente elicoidi di Antimonite.

Perchè non sarebbe possibile un genere diverso di attività modificatrici ovvero, una solidarietà, una convergenza di differenti cause di perturbazioni molecolari, per ispiegar quelli effetti cui una sola causa, esclusiva, sarebbe inamissibile?

Fu a quest' ordine di idee che volli subordinare la mia descrizione dei

circa settanta cristalli della provenienza suddetta. La pubblicai nel 1869 (*), ed ebbe l'onore di esser discussa dal compianto mineralogista tedesco, G. von Rath di Bonn, il quale, ammettendo al pari di me e di tutti, *in quel tempo*, che le modificazioni curve e lucenti valessero come vere faccie, e che se ne potessero discutere i risultati delle misurazioni, trovò notevoli (ed inevitabili) differenze fra i miei ed i suoi risultati goniometrici, quindi fra i simboli rispettivi; rilevò talune probabili inesattezze (**), ma si avvicinò al mio concetto delle lente attività molecolari, perturbate dal conflitto di altre attività fisico-meccaniche dell' ambiente, per ispiegare le convessità, gli attondamenti; ciò che del resto dichiarò pure il mio amico e collega egregio, Comm. A. D'Achiardi, nella sua lodata opera sulla Mineralogia della Toscana.

Dopo circa vent'anni, in un suo lavoro sul Quarzo, ampio e accuratissimo, e specialmente dedicato alle ricerche sulle corrosioni artificiali e naturali dei cristalli, il Sig. G. A. I. Molengraaff di Amsterdam (***) si trattiene con interesse su queste forme gommoidi, ed a spigoli attondati del quarzo di G. Palombaja, nell'Isola d'Elba. Il Molengraaff sostiene assolutamente la tesi che gli attondamenti, le levigatezze, le simulazioni di nuove facce sugli spigoli polari ecc., derivano da corrosioni chimiche e indica nelle acque contenenti carbonati alcalini il corrosivo probabile. Alle ragioni che addussi per sostenere quel mio concetto il Molengraaff contrappone le seguenti obbiezioni: Egli dice :

« Oltre al von Rath, il Bombicci ha pure studiato questi cristalli ed ha loro dedicato un lungo lavoro che fu discusso dal Rath (l. c. pag. 727).

(*) Bombicci — Sulle forme cristalline del Quarzo di Grotta Palombaja — Bologna, Mem. Acc. 1869.

(**) Avendo io misurato in media 600 incidenze quasi tutte di facce *non vere,* di superficie *curve*, disobbedienti a tutte leggi della geometria de' poliedri, nei 70 cristalli che formano la collezione dei quarzi di G. Palombaja, non può far grande meraviglia l' aver trovato dei valori differenti da quelli ammessi da altri, sopra altri cristalli ancorchè le facce misurate fossero state sufficientemente misurabili; ed il non aver avvertita la possibilità di geminati per trasposizione, ∞a^1, in cristalli in cui la zona e^2 e^2 è imperfettissima, solcata abitualmente da strie fitte e profonde, *con una sola estremità libera.* Ma quel resultato, rilevato dallo stesso Prof. Rath, che non vide i miei cristalli se non dopo un anno, e che ebbe disponibile un materiale limitatissimo, perde ogni suo significato sfavorevole al mio lavoro trattandosi di facce la cui esatta determinazione *è impossibile!* Trattandosi di superficie curve, *di cui non si può individuare la posizione, sull'asse del goniometro* (!!), e di cui molte delle incidenze giungono vicine all'estrema ottusità, spettando a superficie finamente striate, o appannate, o irregolari. — Del resto la seguente affermazione spiega tutto abbastanza: Le modificazioni degli spigoli culminanti, o polari, dei quarzi di G. Palombaja, ed altre a superficie curve e ad angoli ottusissimi colle facce normali, NON SONO FACCE PROPRIAMENTE DETTE; son superficie, variabili di orientazione e di carattere, derivanti da aberrazioni dell' attività cristallogenica, nelle sue ultime fasi, nei singoli cristalli.

(***) Groth — Zeitschr. für Krystall. und Miner. — Vierzehnter Band - 1888 - pag. 173 e seg. Id. Siebzehnter Band - 1889 - pag. 137 e seg.

La tesi della cagione dell' arrotondamento degli spigoli viene trattata dal Bombicci a parte. L' idea di una fusione degli spigoli del cristallo, per grande calore, è da Lui respinta e a questo giudizio ognuno può associarsi.

Il Bombicci nega che l'acqua pura, ancorchè esercitante un' azione molto prolungata, ed anche l' acqua con sali alcalini, abbia la proprietà di corrodere il quarzo, siffattamente da arrotondarne gli spigoli; e adduce le ragioni seguenti:

1.ª) *Se l' acqua, per mezzo dei sali alcalini disciolti corrodesse il quarzo, dovrebbero presentarsi in natura molto più frequenti i quarzi corrosi, di quello che in fatto essi si presentino.* Cita ad es. i noti quarzi di Porretta, i quali, benchè si trovino dentro ad arenarie molto umide e molto permeabili, pure presentano delle facce con proprietà senza eccezione. »

Il Molengraaff obbietta a questo mio primo argomento due cose:

La prima, il trovarsi, moltissimi cristalli di quarzo corrosi, in vari luoghi delle Alpi, presso Striegau, Carrara, Burke e Carolina del Nord. — Io potei esaminare una quantità enorme di cristalli di quarzo di ogni provenienza, ed anche dei citati giacimenti, ma non uno mi parve paragonabile a quelli di G. Palombaja; nè trovai descritte in alcuna pubblicazione precedente le particolarità che fanno chiamare - meravigliosi - questi ultimi allo stesso Molengraaff. I quarzi di Carrara d' altronde, presentano un fenomeno *di ben altro genere* come appunto emergerà dal cenno che sto per redigerne in questa stessa Memoria; ma in ogni caso resterà sempre indiscutibilmente vero che i quarzi assoggettati, durante la loro esistenza di secoli alle azioni di acque acide o alcaline, di presumibile attività sulla silice donde risultano, e tuttavia perfettamente illesi, si posson valutare a milioni, mentre quelli *apparentemente* corrosi, si contano a diecine, ed una sola località li fornisce così ragguardevoli da suscitare, in chi li studia, tanta sorpresa e tanta ammirazione.

Il Molengraaff prosegue:

« In ordine al secondo argomento (la integrità perfetta degli spigoli e degli angoli del quarzo porrettano giacenti nell' arenaria macigno, campo di filtrazioni perenni) i cristalli di Porretta danno appoggio alla teoria delle corrosioni; l' acqua del suolo attraversante le arenarie dell'Appennino era senza confronto più ricca di silice che di sali alcalini, e perciò dava luogo al formarsi del quarzo e non poteva produrre corrosioni. »

Ed io rispondo: Ma tutte le acque silicifere, generanti cristalli di quarzo, come quelle che si filtrarono negli strati di macigno, nel marmo di Carrara, nelle ofisilici, nelle quarziti e nei filoni di tutta la crosta del globo, furono prevalentissimamente silicifere *durante la fase della loro potenza quarzogenica*; ma una volta depositatasi la silice fino ad esaurimento, le condi-

zioni si cambiarono certamente; e vi prese il dominio la condizione alcalina, condizione che aveva presieduto alla dissoluzione della silice, ed era stata neutralizzata da questa, fino al momento della sostituzione probabile da parte dell'anidride carbonica. E difatti, se analizziamo le polle e le sorgenti termali degli stabilimenti balneari ecc., porrettani, tutti attivati fra gli strati del macigno; (Le Donzelle, Marte reale, Bovi, Leone, Puzzola), troviamo che alcune sono solforose altre ferruginee altre alcaline, contenendo, quasi tutte, disciolti idrocarburi gassosi; che la temperatura, allo sgorgo, varia da 28° a 38°, che perciò nulla avrebbero da invidiare a quelle che alla G. Palombaja sarebbersi fatte alcaline per la superficiale e lenta caolinizzazione del granito contiguo, come suppone il Molengraaff; e tuttavia, le migliaia di cristalli porrettani noti, colle loro stupende tremie, le cavità acquifere e aerifere, le intromissioni di strati d'argilla paralleli alle facce P, $e^{1/2}$, indifferentemente, giacenti talvolta fra bellette umide, scorrevoli, nei penetrali intimi degl' interstrati, hanno per lo più gli spigoli e gli angoli di tale purezza e di tale integrità da superare quelli dei più rinomati e più feraci giacimenti, pur essendovi frequente l'associazione con superficie concave o convesse, nitide e lucenti nella loro curvatura.

Parmi convenientissima qui una digressione su queste superficie curve dei quarzi porrettani, dovendo più oltre richiamarne, ad es., le variatissime disposizioni.

Oggidì, la collezione dei quarzi porrettani contiene catalogati N.° 1000 cristalli; più qualche centinaio, fra i duplicati, fuori serie.

La divisione dei cristalli scelti ad es. di superficie curvilinee venne suddivisa così:

a Facce con poliedrie delicatissime, a base triangolare curvilinea, e finissime strie, generalmente parallele ai contorni. (Esemplari di collezione dal N.° 32632 al N.° 32646) (*).

Tali poliedrie appariscono sulle facce P, e sulle $e^{1/2}$, indifferentemente. Il grado di loro ottusità varia da un massimo pel quale richiedono la riflessione di una viva luce per esser vedute, ed una lente d'ingrandimento per discernere la modalità delle strie, fino ad un rilievo visibile distintamente a occhio nudo, come nelle fig. 21 ... 25, Tav. II.

Ciascuna piramide trigona di siffatte poliedrie sta simmetricamente disposta sulla faccia romboedrica rispettiva. Posson vedersene due e più su

(*) Le cifre delle quantità degli es., indicano quelli scelti per comporre le singole serie; ma parecchi altri esempi di ciascun fenomeno potrebbero rinvenirsi in altre serie, costituite per differenti dimostrazioni.

ciascuna faccia ; ma aumentandone il numero ne decresce la nitidezza di limitazione e di striatura.

b Facce con rilievi lanceolari acuminati, salienti verso gli spigoli o contorni marginali. (dal N.° 32647 al 32660).

Dipendono tali rilievi dal maggiore sviluppo delle poliedrie c. s., concorrendovi l'attrazione delle masse molecolari, cristalline, costituenti i rialzi *di mitrea* presso li spigoli. In ogni rilievo la base si unisce, allo spigolo marginale e l'apice dirigesi perpendicolarmente verso l'area centrale. Sono per lo più curvilinei, concavi o convessi, lucidissimi, e dei tipi rappresentati dalle citate fig. 18, 19, 20.

c Cristalli con alcune smussature arcuate, lucenti, simili a striscie di orlatura, contigue ad uno spigolo culminante, quasi che la faccia siasi piegata su di questo. (Es. di collez. N.° 32660 ... 32696).

Trattasi di poliedrie localizzate lateralmente alle facce P ed $e^{1/2}$ nel maggior numero dei casi. Le facce pajono lievemente inflesse, ed acquistano una levigatezza e lucentezza mirabili, sulle loro superficie curve, come segmenti di una lente. Non di raro si susseguono due striscie c. s., una convessa e l'altra concava. Si associano alle altre poliedrie centrali ; soglion vedersi nei più bei gruppi di cristalli aeroidri. (Fig. 26 ... 30).

d Cristalli con un piccolo incavo emisferico, con margine circolare o ellittico, e fondo talvolta piano. Potrebbero dirsi a scodelletta, a bacinella, a capsula. (Es. N.° 32605 ... 32630. V. Nota finale, pag. 746).

Compariscono tanto sulle facce P, $e^{1/2}$ quanto sulle e^2 (zona del prisma verticale), e nei cristalli semplici come ne' multipli ; talvolta sono due o più su di un solo cristallo, o su di una sola faccia ; raramente il loro diametro giunge a un centimetro. (Fig. 31 ... 39).

e Gruppi di cristalli con passaggi arcuati, o superficie concave o convesse (per lo più concave a doccia) lucentissime ed estese, intermedie a due individui che si compenetrano, quasi iso-orientati. (Es. N.° 32672 ... 32686).

È la condizione frequentissima negli aggruppamenti più cospicui, del quarzo porrettano (Fig. 27 ... 30). Talvolta nel rompere dei gruppi informi, per migliorarne l'aspetto le scheggie che si distaccano scuoprono delle superficie divenute curve e lucenti (Es. N.° 32693, fig. 40), ciò che rende sempre più improbabile che derivino da corrosioni operate da soluzioni su di esse scorrenti.

Le flessioni di prismi, gli allineamenti spirali di più cristalli, in un dato gruppo, le contorsioni elicoidi de'prismi intorno a un asse di simmetria, ecc., che pur si riscontrano fra i quarzi porrettani sono, naturalmente, fenomeni d'altro genere per la genesi e per l'aspetto, pur tuttavia coordinati alla storia della curvilineità ne' cristalli; e sono pur evidentemente estranei ad ogni azione chimica; sono esclusivamente dipendenti dalle influenze meccaniche e cristallogeniche sulla materia, in via di produrre e completare i cristalli, influenze alla lor volta dovute all'ambiente ed alle condizioni fisiche complesse e mutabili di questo. (La collez. porrettana ne offre 50 es. scelti).

I risultati delle osservazioni e dei confronti si possono formulare così:

Prima di tutto: *i rilievi curvilinei, le superficie convesse, lucide, arcuate o concave, o smussanti taluni spigoli, sono nel massimo numero dei casi, in perfetta contiguità, in interposizioni di ogni fatta con angoli, spigoli e facce di stupenda purezza, nitidezza e integrità.*

Amo di notare, peraltro, così di passaggio, che non pochi cristalli di Diamante, segnatamente quelli di abito lenticolare, a contorno trigonale, presentano convesse e lucidissime le superficie centrali di convessità. Sarebbe ben difficile il riferire, con dati positivi di osservazione o di sperimento, tale condizione a corrosioni chimiche, per opera di acque filtranti; mentre il supporla dovuta ad un turbamento progressivo, nella fase ultima, probabilmente lunghissima, di assettamento delle particelle fisiche di carbonio cristallizzante può credersi autorizzato ancora del fatto notissimo che i cristalli di Diamante, così quelli di Smeraldo, di Topazio, di Euclasia, di Datolite ecc. ecc., sono nella loro originaria sede, umida e profonda, nelle loro ganghe o matrici, nelle loro geodi, assai diversamente rigidi, saldi e resistenti che non dopo il loro soggiorno all' aria libera. Si screpolano con grande facilità, si opacano, si modificano strutturalmente; divenendo indispensabili molte precauzioni per salvare da una rovina deplorabile i cristalli migliori, tanto più in pericolo quanto più belli e voluminosi.

Le superficie curve sopra descritte, dei quarzi porrettani compariscono in 70 ... 80 cristalli su cento, nei gruppi con o senza iso-orientazione degli individui aggregatisi, ma di massa considerevole con numerosissime angolosità sporgenti, che dovrebbero pure immaginarsi esposte alle azioni chimiche corrosive, e che sono invece assolutamente illese.

Mantiene dunque tutto il suo valore il mio terzo argomento, pure riportato dal Molengraaff, ed espresso così:

« *Se l' attondamento degli spigoli fosse avvenuto per corrosione non si potrebbe capire come dei cristalli a spigoli affilati e non corrosi potessero trovarsi nello stesso esemplare accanto ad altri fortemente intaccati; e così*

pure non si potrebbe spiegare il differente arrotondamento degli spigoli nelle varie parti di un cristallo ».

Ciò parmi ineccezionabile; e difatti l' egregio A. conviene che dato il fatto, la teoria che Egli propugna viene contrastata; e si limita a notare che Egli ha veduto corrosi anche i piccoli cristalli, associati ad altri maggiori spigoli ed apici arrotondati. Ma il fatto sussiste; sussiste ne' quarzi porrettani in parte convessi e lisci come pezzi o segmenti di lenti, e in parte con purissime linee di angoli diedri; sussiste in quelli della G. Palombaja, come ne danno prova gli Es. 19485 ... 19489, della collezione mia, data al Museo di Bologna.

I passaggi *arcuati*, a doccia lucente, si notano spesso fra due individui associati e saldati in uno, ma con lieve deviazione dei loro assi dal reciproco, rigoroso, parallellismo.

Non di raro, le convessità lanceolari, trigonali curvilinee, appariscono *per trasparenza* sotto le facce esterne, romboedriche, dei cristalli; perciò sono *internate* e inaccessibili per chiusura ermetica, alle correnti di acque alcaline corroditrici.

Quelle cavità, poi, che son copiosamente aeroidre, hanno limiti angolosi e frastagliati. L' acqua che vi sta, é acqua quasi pura, ed il gas é aria con sole tracce di idrocarburi.

Siccome anche nei cristalli aeroidri la curvilineità degli elementi sussiste; e siccome fu da me addotta come nuova e potente ragione ad escludere le corrosioni chimiche dalle cause direttamente producenti le convessità di cui si tratta, così il Molengraaff richiama la mia citazione; Egli dice:

« ... Il Bombicci pensa che l' arrotondamento degli spigoli *non sia avvenuto per corrosione, in seguito alla copia, nei cristalli di G. Palombaja di piccoli* cristalli negativi (vacui interni, colla forma poliedrica dei cristalli in cui stanno).... *imperocché tali vacui interni offrono solo in casi rari gli spigoli affilati, più spesso li offrono arrotondati essi pure; mentre le loro facce sono iso-orientate con quelle del cristallo includente* ».

Quindi soggiunge: « Non solo nel quarzo, ma in altre sostanze ancora, nel salgemma, nel feldispato, nel solfo, sono cavità irregolari piene di liquido, sempre però costituendo i *cristalli negativi* vere rarità; *il comportarsi dei cristalli negativi nulla ha che fare colla corrosione* ecc. ».

Ebbene, dico ancor io lo stesso; ed infatti attribuisco l' arrotondamento degli spigoli ed angoli dei vacui poliedrici chiusi — e generalmente vuoti, — *non a corrosioni* ma a speciali assettamenti molecolari, identificandone la causa a quella che rende curvi e smussati gli spigoli e gli angoli esteriori.

D' altronde non so concepire davvero una minima gocciolina di liquido, acido o alcalino che sia, chiusa ermeticamente nel quarzo puro (!) e fattasi capace di discioglierlo in tal proporzione da ampliare e modificar la

vacuità imprigionante; mentre quello stesso liquido, acido o alcalino, non avrebbe alterato l'interno di una boccettina di vetro che ne fosse il recipiente! né so concepire la limpidità delle pareti di siffatti vacui, quando non avvi più il liquido supposto dissolvente, mentre almeno un velo di silicato alcalino avrebbe pur dovuto, in qualche caso depositarvisi.

In conclusione, i quarzi porrettani *contrariano* essi pure l'ipotesi delle corrosioni operate da correnti alcalifere.

Ma qui giunge a proposito un'idea conciliativa!

È difatti possibile, per ottener la completa spiegazione delle più singolari curvilineità dei cristalli a superficie smussate, convesse e concave; delle estremità gommoidi, o con apparenze di sofferta fusione, e della non rara contiguità di cristalli normalmente acuminati, a faccie piane, ad angoli aguzzi, a prismi sottili ed illesi, *il far concorrere tanto le attività molecolari intime della massa,* (inerenti al processo di assettamento cristallogenico, durante le fasi consecutive di sviluppo e d'incremento de'cristalli), *quanto le attività esteriori proprie dell'ambiente;* derivanti cioè da fenomeni di eliminazione meccanica, o di azioni fisico-chimiche dissolventi.

Così, il simultaneo concorso dei due ordini di attività aiuterebbe a spiegare ogni particolarità dei cristalli ad elementi curvi (non però le rotondità sferoedriche derivanti da tutt'altro ordine di lavoro delle forze orientatrici), assai meglio che un modo unico, esclusivo di azione.

È peraltro necessario che una condizione fondamentale sia soddisfatta; la condizione cioè, che i due ordini c. s., di attività si considerino operanti sui cristalli stessi, *non già dopo l'esaurimento o dopo la total cessazione della generazione loro, del loro sviluppo, della loro consolidazione;* non già dopo che tali cristalli divennero solidi, rigidi, duri, depurati, insolubili e inattaccabili dai nostri reattivi artificiali, e cioè, quali li conosciamo negli affioramenti, nelle geodi, nelle disseminazioni, entrate da secoli nel dominio della fisica superficiale del globo e nelle nostre collezioni de' Musei; bensì, operanti su cristalli che stanno attraversando tutte le fasi delle lentissime azioni orientatrici *e depuratrici* inerenti al meraviglioso e sintetico processo di cristallogenesi; ossia, durante lo stadio di quel MOTO MOLECOLARE LATENTE che solo può farci capire il volume enorme e lo splendido portamento delle cristallizzazioni di Quarzo, di Fluorite, di Baritina, di Apatite, di Adularia, di Granato, di Calcite, di Tormalina ecc. ecc.; delle quali specie, nel laboratorio, non riusciamo a riprodurre che microscopici e stentati poliedrini.

Riferendoci a questo moto molecolare noi dirigiamo un vivido raggio di luce sulla plaga caliginosa di questi difficili soggetti di studio. Esso moto, può credersi persistente o perenne in molti casi speciali, quando conduce per

es., alla inclusione, nientemeno, di ciottoli quaternari, entro la limpida massa di cristalli di Selenite dipendenti da gessaie mioceniche (*); quando presiede all'inclusione nei cristalli puri e colossali di Quarzo di aghi lunghissimi, sottili e diritti di Rutilo e di Tremolite o di Epidoto; o quando, in una cavità centrale di una grossa geode, o di una septaria colossale fa sorgere solo, isolato, splendidamente puro e nitido un unico cristallo o un unico gruppetto di distinti cristalli (per es. di Baritina); quando riproduce nella massa diafana di prismi, mercè pagliette di clorite, o di margarite, o di oligisto, le forme primitive donde quei prismi derivano, o le piramidi da cui sono esternamente finiti, e ciò senza passaggi sfumati, senza colorazioni inquinanti, o incertezze di limiti; quando trasforma in un cristallo mostruoso per mole, una infinità di piccoli cristalli contigui, favorendo le loro viepiù perfette ed uniformi iso-orientazioni; e che è tanto più potente, irresistibile e facitor di portenti quanto più è lento, delicato, non interrotto.

L'idea esplicativa è questa:

« *Alla materia che cristallizza nelle regioni più difese, internate, umide, quiete delle masse in affioramento, o non profondissime, della crosta terrestre, può attribuirsi uno stato speciale e transitorio, ma lunghissimo, di instabilità molecolare e di adattabilità, per mutabili equilibri di assettamento, agl' incentivi tutti esteriori di moto molecolare. Un tale stato di pseudo-plasticità della massa con assoluta e rigida solubilità delle particelle cristalline componenti potrebbe mantenersi, pur decrescendo con lentezza estrema, dalla fase prima di genesi del cristallo, fino a quella di rigidità e durezza definitiva; la quale non si consegue, per lo più, dai cristalli naturali che dopo l'estrazione loro dalle umide e profonde sedi rispettive, ed il loro completissimo prosciugamento all'aria libera.* »

Questa plasticità, *adattabilità,* o relativa mollezza di massa, nei poliedri cristallini in via di formazione sarebbe qualificabile altresì come l'attitudine delle particelle loro, già *perfettamente, intrinsecamente solide,* a vibrare, oscillare, ruotare intorno ai rispettivi centri di gravità e intorno agli assi rispettivi di simmetria geometrica e di elasticità; e può concepirsi atta a perfezionare *graduatamente, nelle lunghe successioni di ère geologiche,* l'assettamento dei cristalli, e di trasformarvi essenzialmente la struttura, la promiscuità iniziale, la nativa impurezza.

La materia potenzialmente cristallizzatrice non può produrre i cristalli se non dopo di essersi fisicamente solidificata; vale a dire dopo di aver generati, mercè gli stati di preesistente fluidità — in generale di liquidità,

---

(*) Bombicci — Inclusioni di ciottoli quaternari nei grossi e limpidi cristalli di Selenite ecc. Mem. Accad. Bologna 1890.

colla condizione transitoria della superfusione, o supersaturazione, — quegli adunamenti di molecole che con una costanza caratteristica di numero e di modo per ogni singola specie, sono appunto le particelle fisiche di reale, assoluta solidità.

A chi bene osserva si offrono continue e luminose le prove di tale genere di moti a periodi indefiniti; e fra tante, i cristalli nebulati con simmetria di inalbamento; quelli già promiscui o poligenici, sdoppiatisi nei diversi componenti omeomorfi, colla posizione assile per l' uno e periferica per l' altro; quelli friabilissimi e screpolantisi se tolti dalla loro sede sotterranea e portati senza precauzione all' aria libera; quelli emergenti dalla lor materia ancora gelatinoide, o avvolti da questa; quelli di cui la materia fu quasi spremuta dalle pareti al centro di cavità geodiche, come i cristalli di Quarzo ametistino nelle geodi di agata, e come l' agata stessa con i suoi strati paralleli o concentrici, di estrema tenuità e di meravigliosa distinzione.

Quindi; se un cristallo in via di formazione, e che si farà duro, insolubile, inalterabile, come lo sono segnatamente i cristalli di Quarzo, *attraversa,* - prima di farsi tale - *un periodo lunghissimo di relativa plasticità,* nel senso sopra indicato; cioè, di specialissima mobilità *per adattamento,* delle sue particelle elementari o primitive, rigide per fisica solidità, sarà probabilissimo il lento perfezionamento della sua massa; sarà pur facile il crescente depuramento della sua costituzione molecolare, in un coll' assettarsi contemporaneo, nella massa non per anche irrigidita e dura, di quelle particelle cristalline che vi fossero rimaste incluse e diffuse, ma di natura affatto diversa, e perciò assolutamente isolabili da quelle della massa stessa avvolgente.

Ed ecco farsi chiaro, poco a poco, il mistero delle facce curvilinee, delle esteriori convessità d' apparenza fusa o gommoide; ed invero, il semplice contrasto fra le energie attrattive orientatrici delle particelle (forze cristallogeniche), *le quali presiedono alla regolarità strutturale,* e le esteriori influenze, chimico-fisiche dell' ambiente, *le quali presiedono invece alla finale condizione delle facce, e delle leggi dei rispettivi decrescimenti,* basta a produrre un turbamento in queste leggi; basta a far oscillare fra due o più leggi vicine, il procedente assettamento e il decrescere delle superficie dei cristalli; quindi a sostituire le superficie curve - risultanti - alle superficie piane, che l' esclusivo portato d' una sola legge di decrescimento avrebbe normalmente prodotte.

Adunque, ogni qual volta il fenomeno di decrescimento, che nelle condizioni normali produrrebbe superficie cui potrebbe esser tangente il piano, viene ad attivarsi con perturbazioni continue, in seguito ai moti intimi molecolari perduranti, ed alla variabilità naturale delle influenze d' am-

biente, non potranno generarsi facce piane, subordinate ad una data legge; e le superficie che non potranno costituirsi piane, si faranno per necessità curvilinee o convesse; e di più: se durante questo lungo stadio di mobilità, di oscillazioni, di assettamenti graduati, nelle particelle cristalline, giungano in presenza de' cristalli nascenti, e non ancora liberi da una relativa mollezza o plasticità, o cedevolezza all' esterno, or delle soluzioni chimicamente attive, ora delle correnti liquide capaci di azioni meccaniche erosive, il fenomeno dell' attondamento esterno dei poliedri cristallini risulterà tanto più cospicuo e ripetuto.

Evidentemente, in tali condizioni, devesi pur tener conto dell' attrazione che le parti salienti e limitanti le facce dei cristalli, sulle particelle delle ultime velature, o lamine superficiali, ormai rarefatte e diluite in ragione del loro già inoltrato ed equilibrato assettamento; quindi, del naturale accorrere di esse particelle verso gli orli o margini delle facce cui spettano, il sollevarsi, presso tali margini, come per *omeo-capillarità* dei veli di molecole, lacerati ed *a strascichi* frastagliati, acuminati nei lembi estremi o centrali, donde appunto i rilievi convessi e lanceolari.

CONCLUSIONE

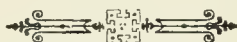
Il quarzo a guglie conoidi, non deve questa sua singolarissima modalità a semplici corrosioni, impossibili a concepirsi sufficientemente valide su cristalli già duri, consolidati, equilibrati, di esso minerale; delle quali corrosioni rimarrebbe ignoto l'agente liquido, inesplicabile l'inerzia su di altri cristalli delicati, attaccabilissimi e concomitanti. Non la deve, *in modo esclusivo*, alle variazioni *continue* nel processo dei decrescimenti e nelle rispettive sue leggi; esso la deve, bensì, al sommarsi, al *comporsi* di queste due maniere di azione; la seconda implicando il preparativo, la predisposizione del fenomeno, colla mobilità od incertezza di adunamento delle particelle; quindi coll'abbandono loro alle attività di corrosione e di trasporto, sopraggiungenti; e la prima rappresentando una condizione di attività idrica ed idrotermica di cui nella crosta terrestre non può mettersi in dubbio la universalità di esistenza e di funzione.

In quest'ordine d' idee non importa affatto che il veicolo corrodente sia un reattivo chimico energico, tale da disciogliere chimicamente il quarzo cristallizzato; basta che sia animato da moto di traslazione, che s' intrometta alle particelle che trova in una condizione dinamica che vorrei dire *preparatoria* al definitivo assettamento di completa rigidità, o di simmetria stabile; quindi in una fase di facile adattabilità alle forze che dall' esterno, dall' ambiente, tendono a modificarne le posizioni relative; fase

di *titubanza cristallogenica*, o di instabile equilibrio pei lenti moti perfezionanti; infine, che possa esercitare la sua debolissima azione, per un tempo di grandissima lunghezza.

Se altre cause di deviazione molecolare o reticolare interverranno; ovvero, se prevarranno sugli assi di simmetria geometrica de' cristalli altre direzioni di polarità e di equilibrio dinamico, in cristalli ormai pervenuti alle fasi ultime, definitive della loro genesi, potranno aversi, insieme alle smussature convesse sugli angoli e sugli spigoli, alcune facce determinabili, piane; ovvero, i rivestimenti a facce piane e nitide di quegli spigoli ed angoli che furon già fatti curvilinei dalle precedenti oscillazioni nelle leggi di decrescimento.

NOTA

Non saprei dire, con sicurezza, che cosa veramente significhino le cavità a scodelletta di cui danno es. moltissimi cristalli di Quarzo porrettano *a tremìe*. Una corrosione tanto localizzata e tanto energica, quanto converrebbe supporla volendo invocarla a spiegare il fatto, sembrami inverosimile, assurda. Preferisco di considerar queste cavità come *pseudotremìe*; come vacui, cioè, dati al pari delle tremìe vere, dalla predominante attrazione delle regioni marginali delle facce; quindi dall'arrestarsi dell' incremento centrale, appena incominciato l'esaurimento del magmas cristalligeno. In appoggio di tale idea posso addurre non solo la posizione delle cavità, corrispondente e identica a quella delle tremìe sulle facce, la concomitanza abituale delle une e delle altre, e i notevoli casi di transizione dalle tremìe alle concavità a bacinella; ma il caso speciale di un cristallo della Grotta Palombaja, sulla cui piramide smussata, lucente, gommoide, sta in una faccia *P*, una delle cavità di cui si parla; e nelle due facce contigue, stanno le tremìe propriamente dette, con quasi eguale sviluppo (fig. 39).

SULLE MODIFICAZIONI DEGLI SPIGOLI VERTICALI

NEI CRISTALLI DI QUARZO DI CARRARA

E SU QUELLE CHE STRUTTURALMENTE VI CORRISPONDONO

NEI CRISTALLI DI ALTRE SPECIE MINERALI

MEMORIA

DEL PROF. LUIGI BOMBICCI

(Letta nella Seduta del 15 Novembre 1891).

Alla discussione delle superficie curve dei cristalli di Grotta Palombaja, che ho richiamata nella precedente Memoria sulle G u g l i e c o n o i d i del quarzo ecc., il Sig. G. M o l e n g r a a f f fa seguire nella stessa pubblicazione citata, un cenno descrittivo delle pur singolarissime faccette scabre, a intàccature, a papille, con piccole piramidi a base rombica, ottuse, faccette quasi sagrinate o smerigliate, che non di raro si osservano sugli spigoli laterali (verticali) del prisma esagono del quarzo, nella zona $2\bar{1}\bar{1}$, $1\bar{2}1$ ossia e^2, e^2, sempre nei limpidissimi e famosi cristalli tratti dal marmo saccaroide delle cave di Carrara.

Possedendo, questo Museo, fra i 510 cristalli scelti del marmo carrarese, alquanti e magnifici esempi delle suddette superficie scabre, modificanti con raro sviluppo e con variate modalità i rispettivi spigoli, così ho esaminata daccapo la loro serie, e sto per far noti adesso i risultati di questa indagine. Non intendo dir cose nuove, nè alludere a scoperte mie; desidero soltanto di avvalorare, con qualche ulteriore e speciale indicazione di fatti veri, la tesi cui era pur dedicata la Memoria precedente, e che definisco questa volta così: *la correlazione fra le superficie curve nei cristalli e gli assettamenti molecolari finali, perturbati dalle influenze fisico-meccaniche dell' ambiente.*

Rilevo subito che per lungo tempo le modificazioni anzidette, nella zona e^2, e^2 del quarzo furono ignorate o neglette, sopratutto per causa della loro grande rarità.

Moltissimi autori, antichi e moderni, di trattati e di manuali di Mine-

ralogia, descrivendo il Quarzo, non le citano affatto (per es. Haüy (1801), Shepardt (1852), Blum (1873), Pisani (1875), Triboulet (1883), Tschermak e Lapparent (1884), Wallerant (1891), ecc.

Altri pochi autori, fra i quali il Dana (A system of mineralogy 1868), presentano in una sola figura lo smussamento di alcuni spigoli verticali come dato da facce di prismi dodecagoni, senza farne motto nel testo.

Il Naumann (Elemente der mineralogie 1874 e 1881), dà a pag. 226 la fig. 9 di un cristallo di quarzo di Carrara, con una faccia *i* (tangente ad uno spigolo verticale); la dice interessante, presentandola come faccia di un prisma di 2.ª classe (deutero-prisma) aggiungendo questa indicazione che solo in pochissimi casi è vera: « le spettanti facce *i*, si trovano presenti solo per metà, e quindi formerebbero un prisma trigonale, come richiede la tetartoedria. »

Il Des Cloiseaux, comincia coll'indicare, in una classazione delle forme che descrive nella sua celebre monografia sul quarzo (1885), un secondo prisma esagono regolare d^1 (a facce tangenti $d^1e^2 = 150°$), e i dieci prismi dodecagoni, generalmente emiedrici con i simboli $k\ k^1\ k^2\ k^3\ k^4\ k^5\ k^6\ k^7\ k^8\ k^9$ per le facce rispettive. Dice frequente il prisma d^1 ne' cristalli di quarzo di Carrara e del Brasile, e nota l'abituale strettezza, la scabrezza e le gibbosità delle sue faccette; di più, la possibilità di trovarlo sui sei spigoli, ma più spesso su tre angoli alterni della zona verticale. Anche il prisma dodecagono *simmetrico k* con emiedria o senza, è indicato come frequente nel quarzo c. s. Crede comune ai cristalli di ogni luogo l'arrotondamento delle facce, *quindi la costante incertezza di tutte queste e l'obbligo*, di doversi appigliare *alle medie di numerose osservazioni* per trovar dei valori angolari prossimi a quelli che la teoria darebbe per le facce propriamente dette. Ne segue che solo una parte dei prismi simmetrici citati, offre una discreta accettabilità.

L'illustre Autore segna tutti questi simboli nella proiezione stereografica del suo « Manuel de Minéralogie, 1862 », ma senza farne parola nel testo, e dà luogo nell'Atlante alla sola fig. 21, che amo di riprodurre nella tav. II.ª, (fig. 41). Egli non ebbe cristalli colle modificazioni sugli spigoli culminanti (polari), delle quali tien parola il Molengraaff, e che mancano in tutti i cristalli della collezione carrarese, in Bologna.

Il Beudant sorvola su questo soggetto, tuttavia alludendovi con una citazione.

G. Rose fa cenno delle facce sugli spigoli del prisma c. s., nei quarzi di Carrara e ricorda che furon pure osservate dall'Haidinger.

Il Dufrenoy (Traité de minéralogie 1856), riferendosi alla monografia del Des Cloiseaux, considera alla sua volta le faccette tangenti, - d^1 - come del secondo prisma esagono regolare rispetto al prisma e^2, ed accen-

nandone come abituale l'emiedria, equiparata da lui a quella dei prismi di Tormalina, unisce nell'Atlante, in appendice, sei figure di cristalli, con queste e altre modificazioni; ammette col Des Cloiseaux altri prismi dodecagoni, $k^1 \dots k^9$, ma senza darne verun cenno descrittivo.

Anche il Delafosse (1858) ripete nel suo corso di Mineralogia ciò che avevano detto prima il Des Cloiseaux e il Dufrenoy. Insiste anzi sui prismi *trigonali* e triangolari equilateri e su due emi-prismi dodecagoni.

Il vom Rath nel suo opuscolo: - Die insel Elba - (dai Geognostich-mineralogische fragmente aus italien), del 1870, descrivendo i cristalli della G. Palombaja (v. Mem. precedenti ecc.), indicava, e disegnava nelle figure, le tracce di modificazioni sugli spigoli del prisma, presentandole come sottili smussamenti per emiedria. Ed in altra pubblicazione. del 1855, lo stesso illustre scienziato segnalava altre facce inerenti alla zona medesima e^2 e^2, alcuni cristalli di Quarzo di Bunke-County - Nord Carolina - (Groth. Zeitschr. Vol. 10, pag. 482).

Il D'Achiardi (1872), discorre naturalmente più a lungo di altri su queste modificazioni, dando la monografia delle forme cristalline del Quarzo di Carrara, nella sua « Mineralogia della Toscana, 1872 ». Egli accetta la classificazione del Des Cloiseaux; ammette le facce d^1 di un prisma che qualifica *trigono* od *emi-esagono*, con i prismi dodecagoni a indici $k \dots k^9$. Assegna i simboli a $10\bar{1}$ e a $\bar{1}01$ secondo che la faccia scorgesi a destra o a sinistra dello spigolo guardato, ma non descrive altre particolarità, oltre l'appannamento comune a tali superficie.

Il valore dell'incidenza e^2, d^1, segnato di 150°, è il valore inerente a qualunque piano tangente allo spigolo verticale di un prisma esagonale regolare.

Io pure, nel mio - Corso di Mineralogia - di 16 anni fa (1875), redigendo il quale dovevo naturalmente profittare di ciò che i più illustri autori asserivano nelle loro opere descrittive, cito *le facce tangenti agli spigoli laterali del prisma verticale, come del prisma esagono di 2.ª classe;* do il simbolo di Miller $10\bar{1}$, e quello di Des Cloiseaux d^1; e riporto, come dovuta al Des Cloiseaux medesimo, l'indicazione delle suddette dieci modificazioni $k \dots k^9$, nella identica zona.

Se non che, rimosse via via, col proceder del tempo, delle osservazioni o dei confronti, le idee preconcette, o accettate da altri, e considerato il fenomeno per quello che è, intrinsecamente prima, e subito dopo in relazione alle analoghe sue manifestazioni nei cristalli di altre differenti specie minerali, son tratto oggidì a pensare diversamente su questo proposito; prima di tutto *nego la qualità di facce* alle superficie delle modifica-

zioni di cui è parola; ossia, *nego la partecipazione loro alla sintesi geometrica della zona* e^2 e^2 *cui si riferiscono;* ed a più forte ragione, logicamente *nego le emiedrie di struttura che vi si vollero riconoscere e segnalare.*

Io sono perciò in piena divergenza dall' apprezzamento che di tali modificazioni diedero i più celebri mineralisti; ed anche dall' ipotesi del distinto cristallografo Sig. Molengraaff, ma nel solo senso della origine loro, che io non posso riferire, come Egli fa, *esclusivamente,* a corrosioni chimiche, operate da acque alcalifere. Ma io ritengo che lo studio sereno, indipendente da concetti tradizionali, fittizi, artificiosi, dei cristalli di questo quarzo singolare, cumulativamente a quello dei cristalli di G. Palombaja, della Fluorite del Cumberland, in cubi *analogamente modificati;* della Calcite prismatica di Egremont, (Cumberland), dei rilievi lanceolari del Quarzo porrettano e di altre cristallizzazioni valga a rimuovere ogni dubbio su questa semplice conclusione:

Il lavoro molecolare cristalligeno, nelle sue fasi estreme pei singoli cristalli, ridotto agli ultimi veli di particelle fisiche, ed alle inevitabili deficienze di quantità, subisce per parte dell' ambiente considerevoli perturbazioni, sopratutto nel meccanismo regolare dei decrescimenti. Ne segue il prodursi di superficie aberranti, - estranee alla serie di quelle facce propriamente dette, che sono subordinate alle leggi della cristallizzazione -, ed esprimenti invece le risultanti anormali del comporsi in una superficie sola di due o più facce, vicinali, possibili. - A queste perturbazioni possono unirsi facilmente con varia intensità, le corrosioni chimico-meccaniche, per parte di liquidi filtranti o circolanti in presenza dei cristalli e nel periodo delle loro modificazioni definitive esteriori, periodo antecedente alla consolidazione rigida definitiva.

Il Molengraaff (*), sostiene, anche per le superficie d^1, k, k^1 ecc., dei quarzi carraresi la teoria delle corrosioni acquee, alcalifere, filtranti nel suolo, e rifiuta l'opinione del Baumhauer secondo il quale, parecchie facce modificatrici, nel quarzo, sarebber derivate da corrosioni chimiche per opera piuttosto di sali basici, o di potenti basi metalliche in soluzione; oltre che, da soluzioni acide.

Conferma Egli pure che le faccette c. s. *non hanno posizioni fisse, non hanno incidenze costanti*; quindi potrebbe dire, addirittura che non una sola incidenza può effettivamente *misurarsi*, nel senso giusto dell' espressione.

(*) Groth — Zeitschr. für Krystall. Vol. 17, pag. 149.

Afferma coll'appoggio di moltissime osservazioni col microscopio, che in quei cristalli di Carrara in cui le facce portano figure di corrosione mai mancano le smussature degli spigoli; e viceversa, se vi sono le smussature degli spigoli son presenti, senza eccezione, le figure c. s. sulle facce; di più, che la profondità e la copia delle corrosioni sulle facce, e la estensione e intensità delle smussature, sugli spigoli, stanno in intima relazione di analogia fra loro; al crescer delle prime crescon pure le seconde, tanto che si hanno, Egli dice, cristalli con estesi attondamenti, e colle facce P, e^2 intieramente opache, per il fitto intrecciarsi delle corrosioni su di esse.

Indica un passaggio sensibile fra le due condizioni, il quale risalta nelle modificazioni analoghe degli spigoli culminanti o polari del di-esaedro (isosceloedro esagonale); queste modificazioni spesse volte (?), corrispondono alle facce di corrosione che s'internano sulle facce del romboedro vicino.

Altra cosa notata dal Molengraaff è questa: il così detto prisma trigonale (d^1), sugli spigoli positivi, sarebbe subordinato alle figure di corrosione presenti sulle facce del prisma vicino, *costituendosi* per l'accrescimento, ossia per l'espansione, di queste stesse figure.

L'A. offre i disegni illustrativi di queste e di altre particolarità nella tav. I, di corredo al suo interessante lavoro.

I cristalli colle modificazioni che simulano prismi, scelti appositamente nella serie, sono quarantuno e portano in catalogo i numeri 39212 ... 39252. Ma i più istruttivi, quelli ne' quali le faccie della zona modificante appariscono relativamente ampie, con rilievi ben disegnati e cospicui, e colla superficiale loro struttura meglio riconoscibile (1.ª categoria), si riducono a sedici N.° 39212 ... 39228), e di questi soli presento i disegni (Tav. III, fig. 51 ... 69), di genere un po' *verista*, mi si perdoni il non simpatico neologismo, che in qualche caso trovo preferibile, per dar giusta ed efficace idea delle cose, alle sistematiche idealizzazioni grafiche dell'aspetto dei cristalli (*).

Ho ingrandite circa del doppio talune lunghezze delle superficie modificanti gli spigoli, ed anche i disegni delle fig. 65 ... 68, portando poi a circa 15 volte

---

(*) Senza dubbio le figure axonometriche rispondono al tipo teoricamente regolare delle forme, e lo generalizzano, tanto che una sola figura può servire a un numero indefinito di cristalli, se limitati dalle facce in essa rappresentate; sebbene possa variar moltissimo la relativa estensione di queste, l'*habitus* dei cristalli, in un colle loro dimensioni effettive. Ma ogniqualvolta scopo diretto della figura non sia il tipo geometrico; ogniqualvolta vogliasi piuttosto l'idea di una particolarità morfologica, di una modalità specialissima, coordinata a fenomeni fisici e strutturali interessanti, o rispecchiante una data maniera d'influenza delle forze esteriori sul lavoro cristallogenico, i cristalli debbono essere disegnati quali sono veramente; e la fotografia può ottimamente sostituire, in parecchi casi, il disegno. - In ogni caso alle figure axonometriche dei cristalli, che rappresentano forme delle quali in natura mai si trovò un solo originale identico, che stanno nella storia dei minerali come i diagrammi del fiore in quella delle piante, la figura *al naturale* avrà sempre un valore positivo, ed in moltissimi casi dovrà avere l'assoluta preferenza.

l'ingrandimento lineare delle fig. 71, 72, 73 (Tav. IV), ossia a circa 225 volte la superficie; ciò per fare scorgere immediatamente quanto esse sieno ben lungi dalla pianità e dall'ideale delle facce propriamente dette e quanto sia differente la naturale ed esatta loro rappresentazione, mercè la camera lucida di Abbe, da quella che ne dà il Molengraaff nella sua fig. 7 della tavola. Le fig. 59' e 60 son desunte dall'ingrandimento delle modificazioni date dal cristallo della fig. 59 della Tav. III. Si vede che gli orli delle facce del prisma regolare, i quali limitano le aree sostituenti gli spigoli, son frastagliate, o dentellate o seghettate che dir si voglia; dalle sporgenze convergenti alla linea mediana di ogni area, si dipartono dei rilievi allungati, come collinette, con piccole creste, e cuspidi piramidati a base rombica. Avvertonsi così a prima vista le scabrezze, le intaccature o dentellature marginali, e le sagrinature; ma più specialmente i maggiori rilievi ottusamente piramidati. Ciascun rilievo è a base rombica, e si compone di quattro triangoli scaleni, notevolmente convessi. In talune piramidi, per es. quelle del cristallo n.° 39219 la superficie dei triangoli presenta piccoli rialzi o creste, convergenti verso l'apice. E queste particolarità scorgonsi benissimo, senza bisogno di microscopio nei cristalli più cospicui e distinti. Se poi tali superficie sono sottilissime e rugose, come allineamenti di tacche disuguali e fitte, sul filo dello spigolo, diviene invisibile la indicata modalità (fig. 51, 54, 66 spig. β, Tav. III, negli es. 39212, 39213, 39219).

Veduto questo, con ricerche comparative, si può concludere ciò che segue per il maggior numero dei cristalli così modificati nella zona del prisma:

a Le modificazioni che si producono sugli spigoli del prisma non si alternano che in alcuni cristalli, dando a credere per questi soltanto ad una condizione di emiedria; ma molti altri cristalli fanno eccezione, susseguendovisi gli spigoli c. s., più o meno largamente modificati (N.ⁱ 39227, 434, 39221, 39218, 39219 ecc. del prospettino sinottico del N.° 70 Tav. III).

Ciò non toglie che una vera alternanza per emiedria possa pure sussistere (N.ⁱ c. s., 39223, 39230, ecc.); ma a patto che i cristalli da essa caratterizzati sieno semplici, ovvero sieno composti da singoli individui, con eguale dissimmetria strutturale, riuniti mimeticamente tre a tre, o sei a sei, con simmetria e con rigorosa iso-orientazione.

b Esse sogliono far capo a faccette rombiche, e quando per distorsione prevalendo la faccia romboedrica sulla prismatica, la faccetta rombica si allunga scendendo obliquamente nello stesso senso delle plagiedrie che possono intervenir nel cristallo, la modificazione segue, assottigliandosi, lo spigolo inferiore, sulla c^2 della faccetta rombica stessa. (fig. 53, 54, 57, 59, 61, 66).

c La presenza di dette modificazioni è affatto indipendente dalle di-

mensioni dei cristalli, lo è pure dall' essere questi cristalli *plagiedri o no*, visibilmente. alcuni cristalli del Museo, di stupenda limpidità e modificati sugli spigoli della zona e^2 dalle dette superficie, sono fra i più voluminosi trovati a Carrara (fig. 51 e 55, N.° 39212 e 39215, di grand.ª naturale), altri sono piccolissimi; alcuni hanno abito prismatico molto allungato, altri invece sono accorciatissimi.

d I rilievi acuminati, lanceolari, e le poliedrie ottusissime, le incisioni e gl' incavi, sulle facce, sono particolarità estremamente rare sui quarzi carraresi, della collezione che ho studiata. Nessuna modificazione, ivi, degli spigoli polari. Nondimeno vi si scorgono le poliedrie piramidate, di estrema ottusità. (Cristalli 453 di serie, e fig. 41, 21 ... 25 Tav. II).

Tutto ciò che, nello scritto precedente, tendeva a far prevalere la teoria delle perturbazioni molecolari, nella fase estrema dello sviluppo dei cristalli, sulla teoria esclusiva delle corrosioni chimiche, per ispiegare le guglie conoidi e gommoidi del quarzo, potrebbesi ripeter qui, circa la causa delle singolarissime modificazioni sugli spigoli della zona prismatica del minerale istesso. Ma per esaurire l' argomento basteranno le poche considerazioni seguenti:

1.ª Se può negarsi a buon dritto il significato di facce cristalline alle superficie curve, occupanti sugli spigoli culminanti e sugli angoli solidi dei cristalli di quarzo i luoghi normalmente spettanti a facce propriamente dette, di romboedri, isosceloedri ecc., subordinate alle leggi dei decrescimenti e di simmetria a più forte ragione si potrà e si dovrà negare tal significato alle superficie che grossolanamente si sostituiscono agli spigoli verticali, nel prisma di quarzo, senza pianità e senza costanza di posizione e di numero.

2.ª Mentre, nei cristalli di Grotta Palombaja, erano gli apici delle piramidi, i vertici dei cristalli e li spigoli culminanti che subivano pressochè esclusivamente le apparenti corrosioni, per aberrazione molecolare; mentre in quelli di Porretta, erano le aree centrali delle facce e le direzioni parallele agli spigoli delle piramidi che facevansi sedi di superficie curve e lucenti, invece nei quarzi puri e limpidi di Carrara sono esclusivamente gli spigoli del prisma che si fanno seghettati, o rugosi, o troncati da superficie imperfettamente piane, imperfettamente orientate, per lo più interrotte (per geminazioni dissimulate all' occhio dalla continuità delle facce dominanti), quindi campo di tali strane e pur interessanti particolarità.

Perchè un dissolvente dei cristalli di quarzo avrebbe agito cotanto diversamente sopra individui di identica natura, e identici per forma e tipo strutturale, nelle tre diverse località?

Nei quarzi di G. Palombaja l'apice è sempre attondatissimo; in quelli di Porretta e di Carrara è sempre nitidissimamente illeso!

3.ª D'altra parte, all'isola d'Elba, il quarzo stesso si costituisce con relativa facilità in aggregati anomali per curvilineità curiose, per forme imitative in varia guisa tondeggianti, ora per graduate transizioni fra romboedri di differente acutezza (fig. 44, 50), ora per le disposizioni a spiga, a pannocchia, a fuso, a clava, ecc. (fig. 43, 45, 46), assai frequenti nei giacimenti dell'oligisto, dove il quarzo si associa al minerale ferreo, e cristallizza con esso.

Ho fatto ripetuta allusione all'esistenza di cristalli di altre e ben diverse specie minerali, sulle cui facce, o sui cui spigoli, vedesi ripetuto il fenomeno delle smussature rugose, dentellate, ovvero sagrinate, con rilievi allungati e lanceolari. Difatti, assai belli esempii ce ne porgono i cristalli di Selenite (fig. 42, 86, 87), di Fluorite, di Marcasita (fig. 82), di Baritina (fig. 78), di Aragonite (fig. 79, 80, 81), di Calcite (in prismi esagonali fig. 47, 48, 49), di Anglesite (fig. 84), di Topazio, di Granato (fig. 83, 85), ecc.

Nel gruppo di grossi cristalli cubiformi, a rilievi di poliedria di Fluorite violetta, fluorescente del Cumberland (bruna, limpida, per trasparenza), col N.° 7116 di Catalogo, ci si offre appunto, sopra uno spigolo del maggiore cristallo, una specie di troncamento che se fosse unito, continuo, e rigorosamente tangente sullo spigolo stesso, a 45°, sulle due facce contigue, supposte piane, colle strie parallele alla sua lunghezza, e se lo vedessimo ripetuto sopra altri spigoli omologhi, sarebbe da riferirsi senza esitazione possibile al rombododecaedro. Privo invece, quale esso è, di tutte queste condizioni, quel troncamento non può nemmeno illuderci colla sua posizione geometrica; non può esser giudicato faccia rombododecaedrica se non a patto di falsificar concetti, criteri e definizioni della cristallografia positiva.

Se tengasi conto piuttosto del suo interporsi a due facce rugose, ondulate per poliedria, con rialzi piramidati estremamente ottusi, i quali non sono, però, le piramidi di verun tetracisesaedro; e se avvertasi la modalità loro, appannata, sagrinata, con cuspidi curvilinee sporgenti, convesse (fig. 76, 77), sorgerà spontanea la certezza che siffatte superficie non derivano da decrescimento secondo la legge b^1, (110); e che neppure derivano da corrosioni d'indole chimica, di cui il processo, l'incentivo, il periodo, la esclusività di sede, l'inerzia sulle identiche parti contigue, rimarrebbero sempre condizioni inesplicabili.

Analogamente, sulle tre facce alterne del prisma esagonale, sormontate da quelle profondamente striate del romboedro ottuso, equiasse, b^1 (110), nei magnifici cristalli limpidi, e nei geminati *a cuore* della Calcite di Egre-

mont, di Frizington ecc. (Cumberland), appariscono abitualmente e con delicata eleganza, lucenti, allineati, diretti parallelamente all'asse di simmetria, gruppi di rilievi lanceolari, o singoli rilievi; questi, in tal caso son più estesi e distinti (fig. 47, 48, 49). Il loro prodursi sulle indicate tre facce alterne, non sulle altre tre, nella zona del romboedro primitivo, o in modo subordinatissimo, l'identità di aspetto, la trasparenza e lucentezza di tutte le facce della zona prismatica; lo sporgerne frequente di piccoli e sottili prismettini con piena integrità; l'aspetto freschissimo, splendido dei gruppi di tali e di altri cristalli degli stessi giacimenti, sempre con tre facce c. s., ricche di ondulazioni curvilinee, di convessità acuminate, ecc., costringono ad attribuire queste modalità delle facce a fenomeni concomitanti alla genesi, ed allo sviluppo dei cristalli medesimi, e riferibili ad oscillazioni del moto molecolare, aberrazioni dei sistemi di particelle nell'ultimo periodo di assettamento.

Altrettanto può dirsi pei rilievi lanceolari, talvolta bellissimi, sulle facce dei grossi cristalli di Baritina celeste di Alston Moore (fig. 78), della Selenite lenticolare di Romagna (fig. 42), o corolliforme di Bex (fig. 86 e 87), e di un gran numero di altre specie minerali.

Per es., nel bellissimo e limpido cristallo di Topazio incoloro degli Urali, rappresentato al vero colla fig. 83 (Tav. IV), sopra la superficie ondulata e appannata del macrodomo della zona del 2.° asse orizzontale, che finisce in alto il cristallo medesimo sorgono, quasi pullulanti, parecchi rilievi obliquamente conoidi ma finamente bernoccoluti. La forma di questi rilievi, può desumersi dalla fig. 83ª, che è l'ingrandimento di uno dei più distinti. Diasi appena uno sguardo per ravvicinarli ai rilievi delle guglie conoidi e alle poliedrie, non soltanto del quarzo, e sorgerà subito l'idea, tanto naturale e semplice che essi sien devoluti ad una perturbazione parziale dell'ultima fase di lavoro molecolare cristallogenico, quindi intrinseca della sostanza cristallizzante.

Così, nell'Aragonite di Bilin, della quale sono famosi i cristalli limpidissimi, mimetici ecc., risultano alla lor volta interessanti, sotto il punto di vista che ci trattiene, talune singolarità; talvolta, nei prismi verticali Mg^1 ecc., vedonsi i quattro spigoli ($Mg^1 = 121°, 52$), intaccati, o sagrinati, o papillati e scabri; mentre le facce contigue *M*, sono lisce e lucenti, sebbene colla riga traccia di geminazione, che le divide longitudinalmente, e colle strie finissime ad angoli ottusi volti verso l'estremità *finita* di ciascun cristallo. Sopra qualcuna di queste facce appariscono, confusamente e profusamente sparsi, ma con reciproca ed esatta orientazione, dei piccoli incavi piramidati, discernibili o no ad occhio nudo, i quali ricordano bene, ma con inversa condizione, i piccoli rilievi piramidati delle modificazioni degli spigoli sui cristalli di Carrara (fig. 80, ingrand. da 10 ... 12 volte in superficie). Son veri cristalli negativi, che al pari delle tremie, e con analogia, per la curvili-

neità delle loro parti, colle cavità a bacinella ecc., possono spiegarsi facilmente riferendosi al moto molecolare cristallogenico, nella fase del suo esaurimento, e refrattari invece ad una spiegazione basata su corrosioni chimicamente prodottesi sulle singole parti delle singole facce, nei singoli cristalli.

Anche nell' Anglesite cristallizzata di Monteponi, ho trovato, sebben di raro, fra i cristalli catalogati, delle facce con rilievi lanceolari, increspature curvilinee assai fini ma istruttive. L' es. della fig. 84 presenta la faccia più scoperta, tutta ondulata da rilievi affusati, come nelle superficie modificanti li spigoli del quarzo; e le adiacenti, invece, sono di specchiante nitidezza, con gli spigoli a comune alla lor volta perfetti.

L' es. della fig. 85 è un aggregato di rombododecaedri di Granato grossularia della Val d' Ala, sulla Omfacite, con Sismondina, ecc. Sopra i maggiori individui che vi si compenetrano, iso-orientati in una sintesi unificatrice, ed a facce finissimamente appannate, di color rosso-bruno cupo, sorgono, brillanti, lucentissimi, quasi diafani, di color più chiaro e vivace, moltissimi altri rombododecaedrini, rappresentati peraltro da una faccia rombica più estesa, parallela a quella su cui si solleva, e da uno stretto contorno dato dalle quattro facce ad essa adiacenti. Talvolta nei maggiori di tali piccoli cristallini, tutti iso-orientati, alla lor volta nel complessivo aggruppamento, vedesi un passaggio più intimo con i grossi e quasi opachi. Ebbene; tale disposizione rientra nel tipo dei rilievi poliedrici sulle facce; è un fenomeno secondario della genesi dei cristalli aggregati del granato; ma sarebbe strano, dinanzi alla evidente sua dipendenza dal lavoro molecolare, *finale,* rallentato, localizzato, economizzante in certo modo le provvisioni estreme di particelle utili per la produzione e l'aumento de' rombododecaedri di granato, il ricorrere all' idea di una corrosione chimica e acquea del granato stesso per rendersene conto.

La Marcasita, dell' es. figurato in parte al N.° 82, mentre offre convessi e uniti come segmenti di ellissoidi, di forme ovoidali, i suoi fasci di prismi elementari, di fibre lucenti, offre pur acuminati i suoi angoli liberi di apici e di spigoli, escludendo l' ipotesi di qualsiasi azion chimica corrosiva per ispiegare la curvilineità dominante.

Di altri ed analoghi esempi sarebbe ormai superfluo il tenere parola.

DESCRIZIONE DELLE QUATTRO TAVOLE

ANNESSE ALLE PRECEDENTI MEMORIE

I numeri scritti presso la maggior parte delle figure vedonsi apposti sugli esemplari rispettivi, nelle collezioni del Museo.

TAVOLA I.

Fig.... 1 e 2. — La striatura sulle faccie romboedriche, nelle piramidi - modificate - di ametista brasiliana (figure schematiche con projezione verticale).

Fig. 3 e 3 bis — L'aggruppamento simmetrico di sei prismi piramidati di Quarzo, *iso-orientati*, ad asse comune (asse principale) ma lievemente divergenti dalle basi ai vertici, e con alternanza regolare di tre maggiori e lunghi, con tre minori e più corti. Con projez. verticale schematica.

Fig.. ..... 4. — La disposizione dei colori, e delle aree alternanti di attività ottica con polarizzazione rotatoria (circoli bianchi), con quelle di apparente inerzia (anelli circolari con croce di ombra nascente al centro), in una lamina di ametista del Brasile. La striatura nelle seconde, che rileva la struttura del romboedro da cui esse dipendono, vi è distintissima. (Luce polar. parallela, Nicols a 90°).

Fig......... 5. — Schema della distribuzione simmetrica delle aree otticamente attive, c. s., di quelle apparentemente inattive, e delle posizioni nelle quali compariscono le spirali di Airy, con rotazione destra e sinistra alternante. (Luce convergente, Nicols a 90°).

Fig......... 6. — La figura, al vero, del cristallo di Quarzo di Carrara colla coesistenza delle plagiedrie inverse su di una medesima e nitida faccia.

Fig......... 7. — La disposizione dei colori, nella lamina tratta dal cristallo c. s. (normalmente all'asse), vista a luce parallela.

Fig......... 8. — Schema della distribuzione delle aree di diverso potere ottico, c. s., colla manifestazione ampia e distintissima delle spirali d'Airy, con inverse rotazioni. (Luce convergente, Nicols a 90°).

Fig......... 9. — Schema della disposizione precedente.

Fig........ 10. — Figura di un prisma di Quarzo di Carrara, costruito con due lamine prese da due cristalli ad inversa rotazione ottica, e riunite secondo due piani obliqui sull' asse, di circa 94°. Con area esagona mostrante le spirali di Airy, a rotazione destrogira, a luce convergente, Nicols a 90°.

Fig. 11 e 12. — Figura di un altro cristallo, più piccolo, di Carrara, con faccette plagiedre di inversa rotazione, e sezione ottica mostrante in un areola, a luce convergente, le spirali di Airy.

N. B. — *Le precedenti dodici figure si riferiscono alla Memoria prima.*

Fig. 13 e 13 bis — Le figure, al vero, dell' es. di Quarzo del Vallese, a guglie conoidi convesse, di aspetto gommoide ecc., guardato in due direzioni diverse.

Fig........ 14. — Figura di altro cristallo, con analoga conformazione a guglie conoidi, curvilinee.

Fig. 15, 16, 17. — Ingrandimenti e dettagli delle guglie conoidi dei quarzi suddetti.

Fig........ 18. — Es., al naturale, di rilievo *lanceolare*, sopra una faccia di grosso cristallo di Quarzo, di Porretta.

Fig. 19 e 20. — Due altri esempi di rilievi *lanceolari,* in altri due cristalli di quarzo c. s.

TAVOLA II.

Fig. 21 ... 25. — Cinque disegni, al vero, ma con lieve ingrandimento, delle convessità estremamente ottuse, simmetriche e di identico tipo di poliedria strutturale, sulle facce di cristalli del Quarzo porrettano. Nella maggior parte dei casi il ri-

lievo ha base triangolare curvilinea, donde tre spigoli retti, convergenti all'apice, il quale rilievo talvolta sfugge all'occhio per eccessiva ottusità; ma in qualche caso (fig. 25), finisce in una superficie piana parallela alla faccia basale.

Fig. 26 ... 30. — Le superficie concave o convesse, curvilinee, lucentissime, associate a rilievi, spigoli ecc., perfettamente illesi, in diversi cristalli di Quarzo porrettano, solo in parte rappresentati.

Fig. 31 ... 39. — Le cavità a bacino, a capsula, con perimetro circolare o ellittico, a fondo piano, liscio o scabro, disegnate al vero, quali vedonsi sulle facce di parecchi cristalli del Quarzo di Porretta.

Fig. .... 40. — La superficie curva, liscia, convessa, venuta in luce per essersi staccata una parte dello strato, con faccia piana, che la ricopriva. Il disegno presenta la sola porzione istruttiva dell' esemplare.

N. B. — *Queste ventotto figure,* (13ª ... 40ª), *spettano alla Memoria seconda.*

Fig. .... 41. — La figura di un cristallo di Quarzo di Carrara, con modificazioni sugli spigoli della zona e^2, e^2 (prisma verticale), data dal Des Cloiseaux nel suo « Manuel de Minéralogie, 1862 ».

Fig. .... 42. — I rilievi lanceolari, affatto simili a quelli della Baritina, della Calcite, dell'Anglesite, del Quarzo, sopra una faccia di un grosso geminato di Selenite - (fig. ridotta alla sola parte istruttiva dell' esemplare).

Fig. 43 ... 46. — Quattro es. di cristallizzazione sinteticamente curvilinea, con disposizioni a pannocchia, e fusiforme, nel Quarzo dell' isola d'Elba.

Fig. 47 ... 49. — I cristalli (uno geminato *a cuore* - legge ∞P), della Calcite di Egremont, ecc. nel Cumberland, con i rilievi *lanceolari* in vista sulle facce alternanti della zona verticale del prisma. Disegnati al vero.

Fig. .... 50. — Altro cristallo affusato, curvilineo, ametistino, dal Quarzo, associato all'Oligisto dell'isola d'Elba. Grandezza naturale.

TAVOLA III.

Fig. 51 ... 69. — Le figure - talvolta con completo svolgimento piano delle facce, o con lievi ingrandimenti, o con parziali amplificazioni dei dettagli più interessanti e disegnati a parte - dei cristalli del Quarzo di Carrara, raccolti in collezione del Museo, portanti sugli spigoli verticali (zona e^2, e^2 del prisma), le singolari modificazioni, nelle posizioni di deutero-prismi ideali, ma di diverso significato.

Lateralmente a talune figure dei cristalli c. s. stanno disegnati gli spigoli recanti le più notevoli delle modificazioni sopra indicate.

Fig. .... 70. — Specchio di 13 rappresentazioni schematiche della serie di sei spigoli verticali di altrettanti cristalli di Quarzo di Carrara, per mostrare la presenza e l'ordine di successione delle modificazioni c. s.

TAVOLA IV.

Fig. 71, 72, 73. — Ingrandimenti di circa 15 lunghezze, disegnati colla camera lucida di Abbe, di alcune modificazioni degli spigoli, quali vedonsi poco più grandi del vero, nelle fig. 58, 60, 67, 69 ecc., della Tav. III, sui cristalli di Carrara.

Fig. 74 e 75. — Altri es. delle superficie anomale, appannate, e in incavo, sui cristalli di Quarzo di Carrara, de' quali tutte le parti, meno la modificata, sono di assoluta integrità.

Fig. 76 e 77. — La Fluorite violetta del Cumberland, con due spigoli ricorrenti, recanti una modificazione analoga a quella dei quarzi c. s. - Con ingrandimento, a parte, del fenomeno e delle sue particolarità.

Fig. .... 78. — I rilievi lanceolari sopra una faccia pinacoide - *P* -, di un cristallo di Baritina celestognola, di Alston Moore; (dal vero; grandezza naturale).

Fig. 75, 80, 81. — I prismi di Aragonite limpida, mimetica ed emitropa di Bilin; due es. con intaccature e modificazioni di spigoli, simili a quelle del Quarzo; e ingrandimento delle minime

cavità piramidate, sparse sulle facce lucenti di essi. (Es. 1657 di serie).

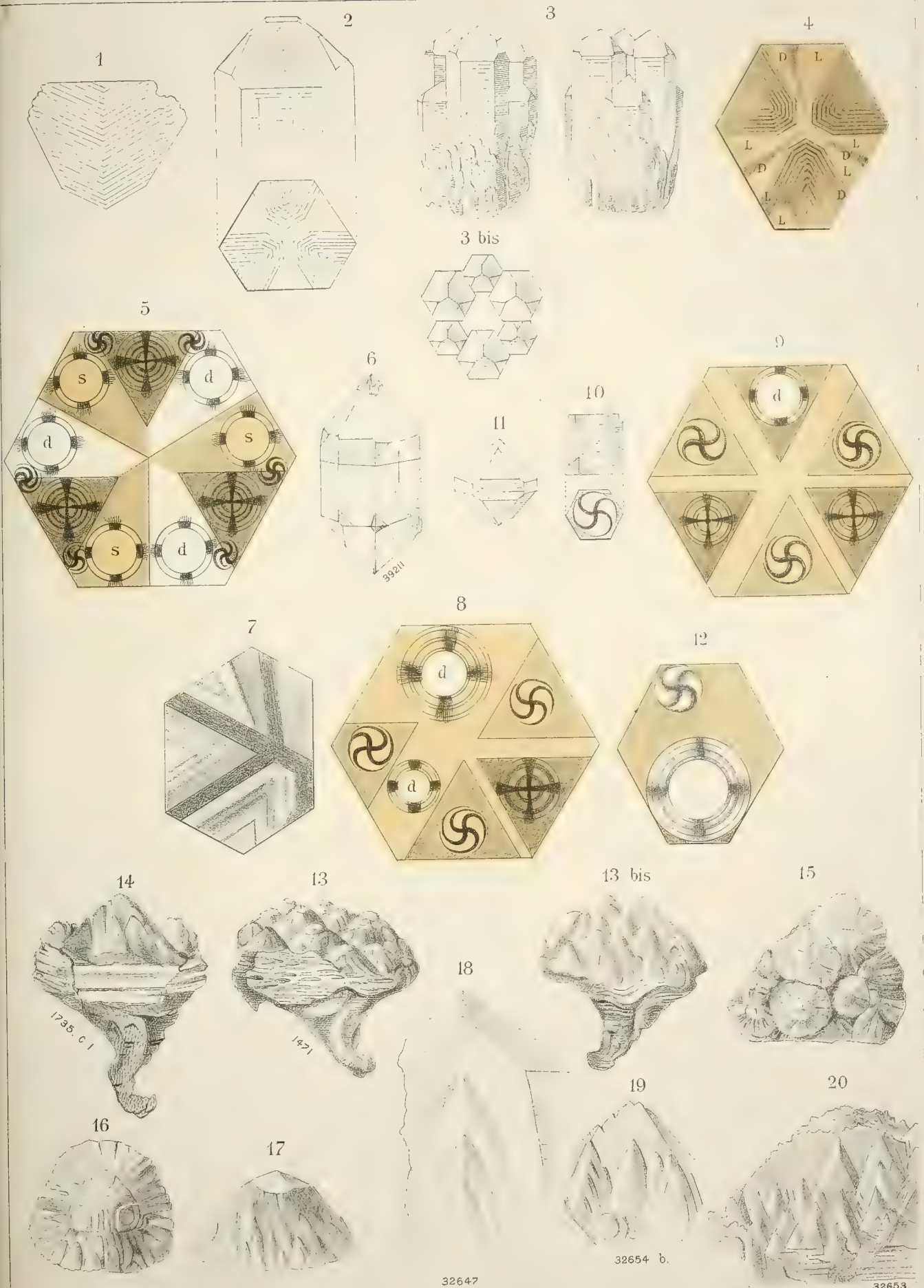
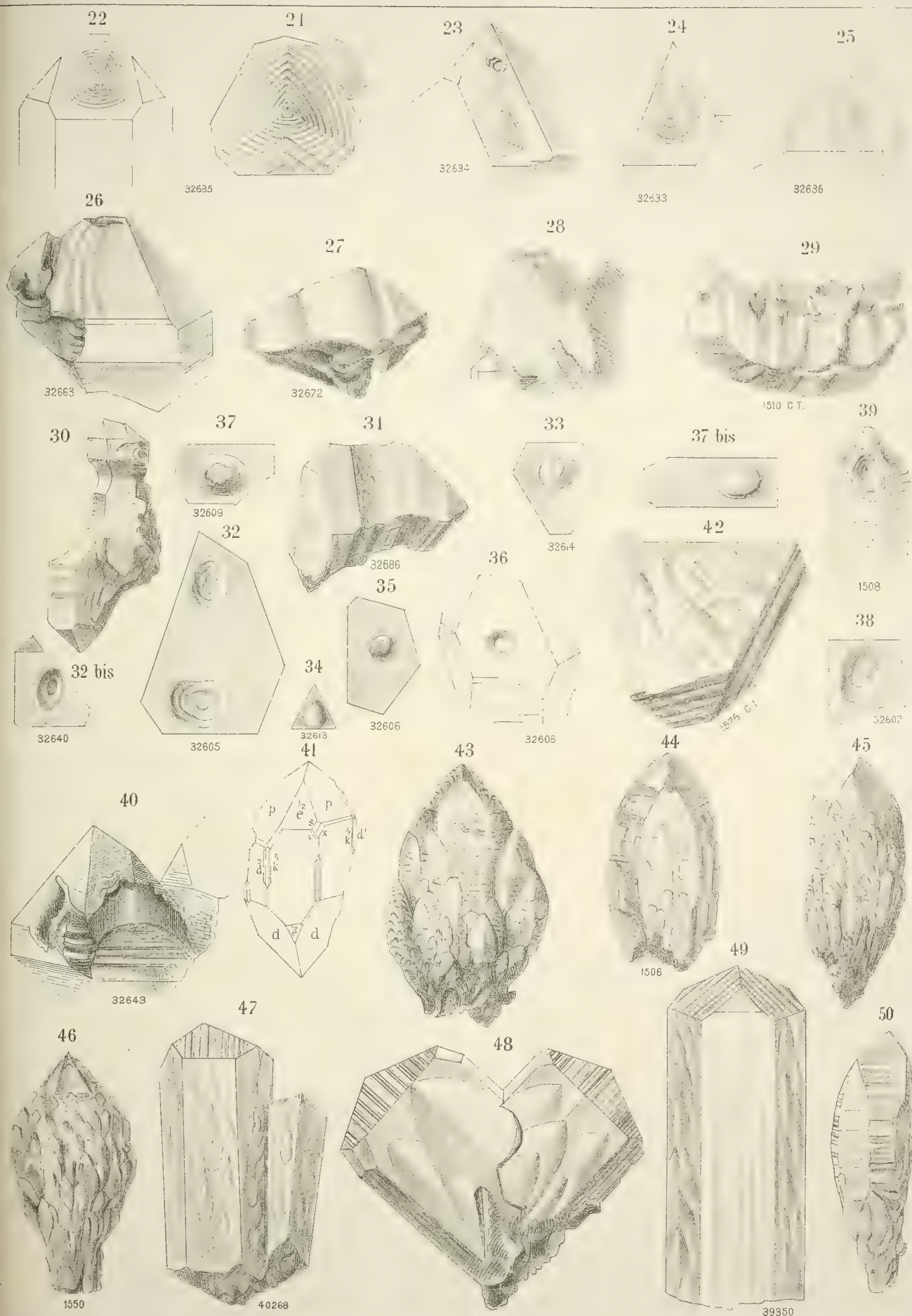
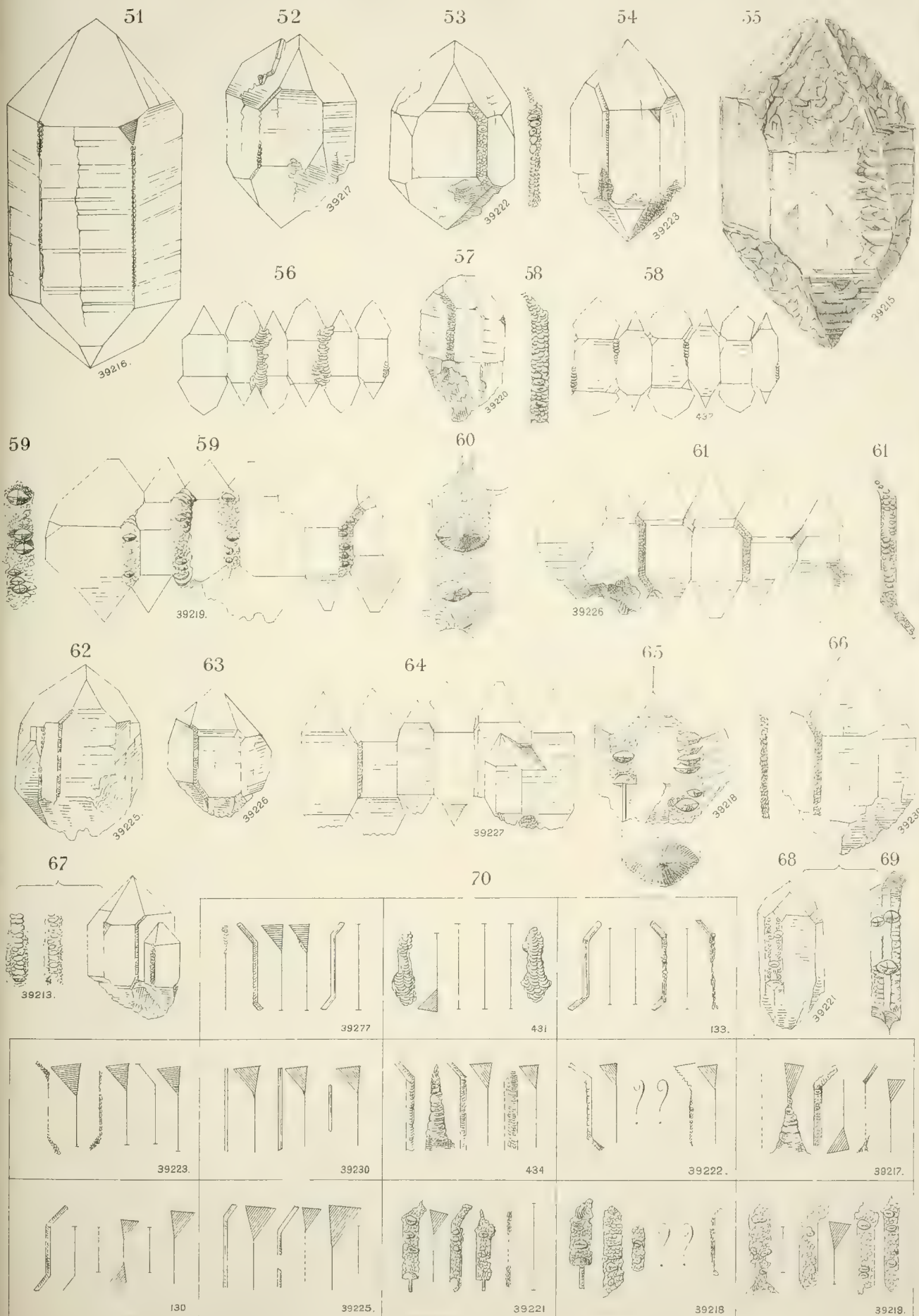
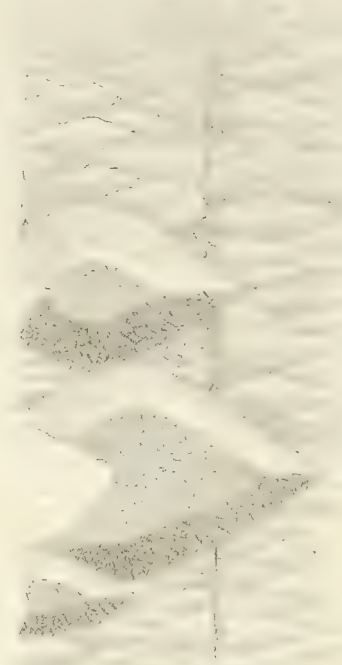
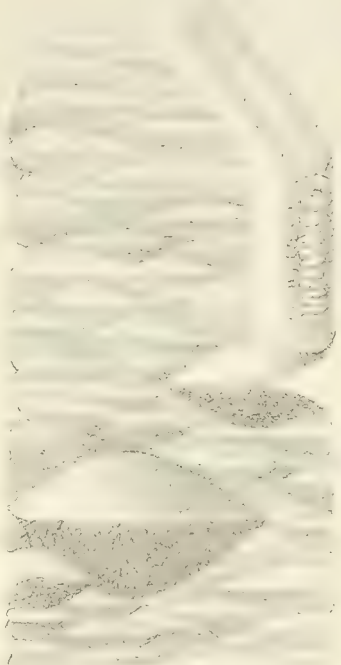
Fig........ 82. — Aggruppamento di fascetti convessi e frastagliati all'apice, di Marcasita. - Parte dell' es. - Grand. naturale.

Fig........ 83. — Il Topazio incoloro degli Urali, con i piccoli rilievi cuspidati o conoidi, sorgenti sulle facce indeterminabili di un macrodomo superiore.

Fig........ 84. — L'Anglesite di Monte Poni, presentante una superficie esterna, libera, con sagrinature e increspature convesse, e minimi rilievi lanceolari, mentre l'altra, al di sotto, contigua, pur libera è lucentissima, intatta, e son nitidi, integri, gli spigoli a comune.

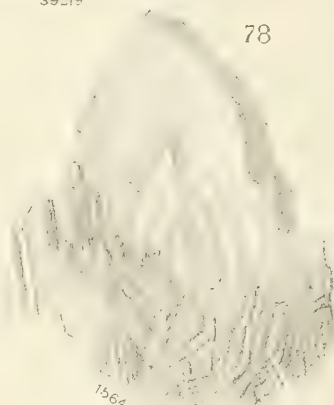
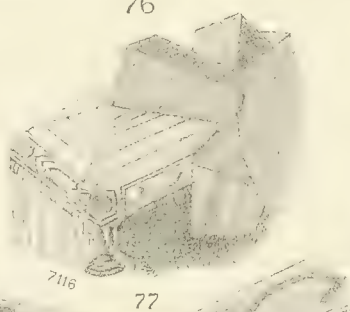
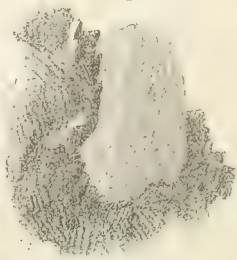
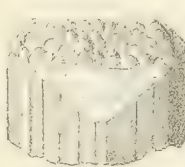
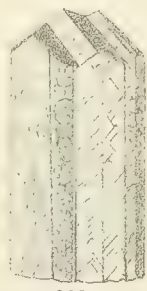
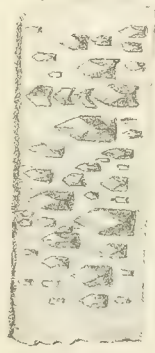
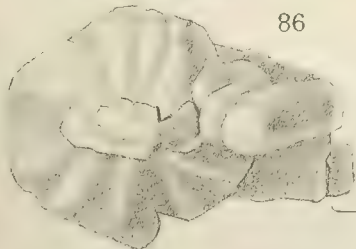
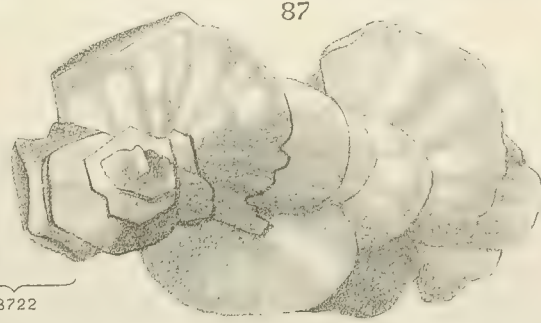
Fig........ 85. — L' aggruppamento di rombododecaedri iso-orientati di Granato della Valle di Ala, sulle cui facce, lievemente appannate, sorgono in copia, e pure con iso-orientazione perfetta e con passaggi delle facce rispettive, piccoli, nitidissimi, brillanti cristallini, dell' identica varietà di grossularia rosso-bruna. Ripetono essi, sui cristalli maggiori, il fenomeno dei rilievi piramidati, ecc., su facce di altri minerali cristallizzati; nè sarebbe ammissibile la loro produzione per opera di corrosioni acquee, sulla sostanza del Granato.

Fig. 86 e 87. — I rilievi lanceolari, e le ottuse convessità di poliedria, sui cristalli lenticolari, adunati a guisa di infiorazione, della Selenite pura di Bex. (Dal vero; grand. naturale).

Fig........ 88. — Frammento di un es. di spato calcare giallo-bruno, quasi limpido, con iridescenze interne, nel quale si produsse, per frattura (sfaldatura), una superficie notevolmente curva, liscia e lucente. Effettivamente essa superficie è data dalla successione di vari piani, a guisa di quadrilateri allungati, fra loro lievemente obliqui, ma con angolo ottusissimo, costante per l' intera serie.

L. Bombicci dis. E. Contoli, lit. Lit. G. Wenk e Figli Bologna

L. Bombicci, dis. E. Contoli, lit. Lit. G. Wenk e Figli — Bologna.

L. Bombicci, dis. E. Contoli, lit. Lit. G. Wenk e Figli — Bologna.

L. Bombicci, dis. E. Contoli, lit. Lit. G. Wenk e Figli — Bologna.

UN' ANOMALIA
IN UN EMBRIONE DI SELACIO

MEMORIA

DEL DOTT. ALESSANDRO COGGI

(Letta nella Sessione del 24 Aprile 1892).

(CON UNA TAVOLA)

Due anni or sono, occupato alla Stazione Zoologica di Napoli in ricerche ontogenetiche sui Selaci, mi é occorso di osservare un' anomalia affatto nuova in un embrione di *Torpedo ocellata*. Non m' é accaduto più di osservare questa anomalia, o qualcosa di simile, in alcun altro embrione, e né meno in due embrioni che, insieme al primo, io aveva estratto dall' utero della stessa madre. Quantunque il caso sia isolato, credo bene pubblicarlo per le considerazioni generali che se ne possono trarre, e per presentarlo cosi a coloro che, occupati in istudì embriologici sullo stesso gruppo di animali, potrebbero forse metterlo in relazione con anomalie dello stesso genere.

L' embrione di *Torpedo* di cui si tratta é squaliforme, della lunghezza di 19 mm. e corrisponde allo stadio *N* di Balfour. L' anomalia che offre é la presenza al lato destro di un organo neuro-epiteliale in relazione con due gangli cerebrali.

Situazione dell' organo.

È noto che negli embrioni dei Selaci, a cominciare dallo stadio *K*, la cosi detta piastra del facciale é situata innanzi e sotto alla vescicola auditiva, e a cavallo dello sfiatatoio. La porzione della piastra che sta dinnanzi a questi due organi é formata dai due gangli dell' oftalmico superficiale e del boccale. Dal primo di questi gangli si diparte il nervo che Schwalbe (1), pur ritenendolo appartenente al trigemino, aveva distinto

---

(1) G. Schwalbe. Das Ganglion Oculomotorii. Jenaische Zeitschrift. Bd. XIII. 1879.

col nome di *porzione maggiore del ramo oftalmico superficiale,* e Marshall e Spencer (1) hanno riconosciuto poi per la *porzione facciale* dello stesso ramo. Questo nervo, nello stadio embrionale di cui mi occupo, decorre diretto allo innanzi sopra all'occhio; esso provvede gli organi di senso laterale che, nell'adulto, sono ordinati nel canale sopraorbitale o nelle serie di vescicole di Savi che lo rappresentano. L'altro ganglio é situato sotto al primo ed é diretto obliquamente in avanti e in basso; é il ganglio del nervo boccale (2). Il quale nervo, nel nostro embrione, ha una direzione presso che perpendicolare a quella dell' oftalmico superficiale. Esso innerva, come si sa, gli organi laterali del canale infraorbitale o le vescicole di Savi che lo rappresentano.

Inoltre, immediatamente sotto e internamente alla porzione su descritta della piastra del facciale, sta la porzione posteriore del ganglio di Gasser. Questo, dopo lo stadio K, é cosi accollato al ganglio del nervo boccale, — a volte, come sembra, perfino fuso con esso, — che Marshall, il quale non aveva studiato embrioni anteriori a quello stadio, aveva ritenuto che il nervo boccale appartenesse esclusivamente al trigemino.

È precisamente fra l'angolo che formano i due nervi oftalmico superficiale e boccale del facciale, e il tratto in cui il ganglio di Gasser sta, d'ordinario, più accollato ai gangli del facciale, che nel nostro embrione s'incontra l'organo anomalo che é argomento di questo lavoro. Per orientarsi sulle posizioni reciproche delle parti che ho nominato, serve la figura 1, la quale é tolta da un taglio trasversale che passa quasi nel mezzo dell' organo stesso.

Dimensioni e forma.

Quest' organo occupa 17 tagli trasversali successivi della grossezza di 5 μ; quindi la sua maggior larghezza antero-posteriore é di 85 μ. Nel taglio dove l'organo apparisce con la maggiore sua grossezza, esso misura 68 μ, nella direzione di una linea retta che lo traversi e finisca con un capo nell'abozzo del canale sopraorbitale, con l'altro nel cervello.

Esso é una vescicola di forma sferoide con l'asse maggiore nella direzione antero-posteriore. La sua parete é fatta di uno strato solo di cellule coniche, o piramidate, le quali con l'estremo basale ingrossato ne

(1) Milnes Marshall and Baldwin Spencer. Observations on the cranial Nerves of Scyllium. Quart. Journ. of Micr. Sc. Vol. XXI. 1881.

(2) Dohrn (Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. 17. Mittheil. a. d. Zool. Stat. z. Neapel. Bd. 10. 1891) ha osservato recentemente che il nervo che in Anatomia comparata fu chiamato sin qui nervo boccale è composto, tanto del nervo boccale (del gruppo del facciale) quanto di rami periferici del nervo inframascellare (del gruppo del trigemino). Il nervo boccale che è nominato sopra dovrebbe dunque essere chiamato *porzione facciale del nervo boccale.*

costituiscono la superficie esterna, e con l'altro limitano all'interno una cavità che si può seguire sopra 7 tagli successivi (dal 7° al 13°). Questa cavità è in parte occupata da una sostanza granosa non colorata dall'ematossilina.

Natura e relazioni.

Per quanto riguarda le cellule che costituiscono la sua parete, esse somigliano perfettamente alle cellule cilindriche, o cilindro-coniche, o piramidate che costituiscono gli abbozzi degli organi di senso laterale, dei quali ultimi in questo embrione è abbastanza disegnato il decorso. Nella fig. 2 è facile il paragone con le cellule che costituiscono l'abbozzo del canale sopraorbitale (*s. orb*).

Ma il paragone con organi di senso cutaneo non dev'essere limitato alla forma degli elementi cellulari che lo costituiscono. Io ho già chiamato quest'organo neuro-epiteliale. Vediamo le ragioni che mi hanno indotto a dargli questa denominazione.

Anzitutto la forma esterna non ne è, a vero dire, così definita, come dovrebbe essere quella di una vescicola perfettamente chiusa, e come apparirebbe dalla fig. 2. Nella quale esso, essendo collocato fra il ganglio del nervo boccale e il ganglio di Gasser, e più precisamente in una insenatura del primo di questi due gangli, si mostra, oltre che ben delimitato nel suo contorno esteriore, anche circondato da cellule mesoblastiche. Queste, se bene poche in numero dal lato del ganglio del boccale, vi si mostrano assai chiare, e lo separano tanto da esso, quanto dal nervo boccale che se ne diparte. Questa figura riproduce, a più forte ingrandimento, un tratto del taglio che ha servito alla fig. 1.

La cosa apparisce diversamente quando s'esamini uno dei tagli che passano per la parete anteriore dell'organo (fig. 3). Quivi le poche cellule che costituiscono questa parete sono tagliate press'a poco trasversalmente alla loro lunghezza, e la forma e la disposizione dei loro nuclei mostrano già ch'esse appartengono ad un organo che ha forma rotonda (*v*). Il mesoblasto le separa dal ganglio del nervo boccale [anzi fra questo e quello esiste uno spazio prodotto dall'azione dei reagenti (*)], le dintorna anche dal lato dell'epidermide (1), ma non le separa dal ganglio di Gasser. In questo punto la parete dell'organo è in continuazione, per mezzo di cellule intermedie (*v. V*), con le cellule del ganglio, nè è possibile osservare fra i due limite alcuno. A volere essere più precisi, *le cellule dell' organo si mostrano in continuità con quelle che stanno alla periferia del ganglio*

---

(1) Le figure sono tutte orientate nella stessa maniera.

(*V.cc*), le quali ultime Dohrn (1) ha distinto, col nome di *strato corticale*, da quelle che sono situate nella parte interna del ganglio e ch'egli chiama *cellule centrali* o cellule ganglionari propriamente dette. Le cellule corticali si distinguono, oltre che per altre qualità, per un più forte accumulo di granuli cromatinici entro al loro nucleo, e, secondo Dohrn, solo esse entrerebbero a formare le fibre nervose tanto dei nervi periferici, che delle radici (2).

Questa continuità delle cellule del ganglio di Gasser con le cellule che formano la parete dell'organo, o, per meglio dire, la esistenza fra questo e quello di un numero a bastanza considerevole di cellule, le quali non si puó dire precisamente a quale dei due appartengano, se derivino dall'uno, o non più tosto dall'altro, — riesce patente quando si seguano i tagli anteriori per rispetto a quello disegnato nella fig. 3. Le cellule che propriamente formano la parete dell'organo scompaiono insensibilmente; in seguito, il taglio non interessa altro che il tratto cellulare che le connette col ganglio, dal cui contorno esso fa sporgenza; da ultimo scompare anche questa sporgenza, e il contorno del ganglio si presenta affatto normale. Questo tratto ch' io chiamo cellulare, ma nel quale non si riesce a distinguere i contorni delle cellule, si dirige dalla parete anteriore dell'organo obliquamente allo innanzi verso la porzione del ganglio di Gasser che si continua con le radici nervose del trigemino. E la direzione sua ch' é incontrata con un piccolo angolo da quella dei tagli, é manifestata anche dall'allungamento della maggior parte dei nuclei e dalla apparenza fibrillare del plasma cellulare. Anzi l' insieme dei fenomeni che si osservano sì nel plasma che nei nuclei delle cellule di questo tratto, pare a me che ricordino i primi momenti dello sviluppo di fibre nervose da catene cellulari indifferenti.

Dunque nei tagli anteriori l' organo si presenta completamente staccato dal ganglio del boccale ma in continuazione cellulare col ganglio di Gasser. Nei tagli di mezzo (fig. 2), esso è manifestamente isolato, per mezzo di cellule mesoblastiche, da entrambi, ma occupa peró una insenatura del primo. Nei tagli posteriori poi, esso è completamente compreso nel contorno del ganglio del boccale: e lo spazio artificiale che nei tagli anteriori tien discosto il mesoblasto dal contorno del ganglio del boccale, ora lo tien discosto dal contorno proprio dell'organo (fig. 4, *), il quale frattanto da questo lato è ben delimitato.

I nuclei cellulari delle pareti dell'organo appariscono alquanto colorati, e solo si possono uguagliare per ricchezza di cromatina ai nuclei dello

(1) L.c. pag. 283-85.

(2) Questa opinione è stata posteriormente ritirata dallo stesso Dohrn, in seguito ad ulteriori studi (Die Schwann' schen Kerne der Selachierembryonen, in: Anat. Anzeiger, VII. 1892. n. 12).

Nota aggiunta.

strato corticale del ganglio. *Con questi ultimi,* anzi, *essi si mostrano in continuazione ininterrotta nella direzione delle radici nervose del facciale.* Nel taglio che è disegnato a fig. 4, l'organo (*v*) ha un contorno netto dal lato del mesoderma, ed è ben distinto al lato opposto dalle cellule gangliónari centrali del facciale (*Gl.b*); ma non è possibile delimitarne il contorno là dove il ganglio manda le sue radici nervose (*VII.r*). E in questo taglio la sezione dell'organo non è più rotonda, ma si presenta come stirata dal lato di queste radici.

Un altro fatto è ancora da osservare in questo e in altri tagli vicini. Dei cordoni cellulari che costituiscono il nervo boccale, la maggior parte (fig. 4, *VII b*) sono come la continuazione periferica del ganglio, altri pochissimi invece appariscono in continuazione con la parete dell' organo (fig. 4, *vb*). Riguardo a questi ultimi, è da osservare che i loro nuclei più vicini a quelli dell'organo sono anche più ricchi di cromatina (*n*), e che il loro plasma cellulare, il quale nella porzione periferica apparisce fibrillare, non mostra questo differenziamento presso alla parete dell'organo. La convinzione che se ne cava è che *questa parete è in continuità con taluni cordoni nervosi del boccale e li provvede ancora di nuovi elementi.*

La maniera secondo la quale quest' organo neuro-epiteliale provvederebbe di elementi nuovi taluni cordoni del nervo boccale, è la stessa ch'è stata ritenuta come « quasi sicura » da Van Wijhe (1), sostenuta poi da Froriep e da Beard, e ammessa ora da parecchi osservatori per alcuni nervi cerebrali sensitivi, che corrispondono ai così detti rami dorsali o soprabranchiali. Essa consiste nella partecipazione diretta di elementi dell' epidermide, più precisamente dei tratti di essa che si devono differenziare in organi sensitivi (neuro-epitelî), alla formazione di quei cordoni di cellule disposte in serie a catena, a spese del cui materiale si sviluppano le fibre nervose sensitive con tutti i loro costituenti.

Non mi è riuscito di seguire molto oltre, nella serie dei tagli, questi cordoni nervosi che sono in connessione con la parete dell'organo. E non saprei dire se essi si accompagnino col resto del nervo boccale solo per un certo tratto, o lo seguano fino alla connessione sua col canale infraorbitale, o puranco essi pigliano parte a questa connessione.

In conclusione, quello che vi ha di certo è che l'organo ora descritto è situato fra i gangli del facciale e il ganglio di Gasser, ha relazione di continuità sì con quelli che con questo, più precisamente con le rispettive loro radici nervose, e inoltre provvede di elementi nuovi alcuni dei cordoni cellulari nervosi che entrano a costituire il nervo boccale.

---

(1) Van Wijhe. Ueber die Mesodermsegmente und die Entwickelung der Nerven des Selachierkopfes. Verhandel. der koningl. Akad. van Wetensch. XXII Amsterdam 1883; pag. 27 e 33.

Quest' ultimo fatto che ravvicina l'organo agli organi laterali, alla vescicola auditiva, ecc. spiega la denominazione di neuro-epiteliale che io gli ho dato.

Probabile maniera di formazione.

Per quanto ho potuto vedere, nessuna anomalia degli organi circostanti è in relazione con quella che ho descritto. Se ne deve quindi indurre la maniera di formazione dalla natura e relazioni sue. Ed è molto facile pensare che il tratto di epidermide che, dopo la segmentazione della striscia ganglionare (Ganglienleiste), separava i gangli del facciale da quelli del trigemino, abbia servito di materiale per la formazione dell' organo. Per una ineguaglianza di accrescimento, esso avrà potuto avvallarsi e profondarsi e trasformarsi successivamente in una fossetta aperta e in una vescicola chiusa. Se, a far parte della parete di questa vescicola, si ammette che abbiano concorso delle porzioni di epidermide che anteriormente erano in continuità con gli elementi ganglionari del trigemino, posteriormente con quelli del facciale, si viene a spiegare l' origine delle relazioni che l'organo ha mantenuto con quei gangli.

La vescicola che da prima era in relazione diretta con l' epidermide, in seguito all' affondamento dei gangli entro al mesenchima, avrà dovuto discostarsi da essa. Se se ne sia separata del tutto, o vi sia rimasta attaccata per mezzo di un peduncolo cellulare, e se si debbano interpretare come un peduncolo, o come un differenziamento, o resti di esso, i cordoni nervosi che si accompagnano col nervo boccale, — è una questione che, a volere essere rigorosi, non mi pare si possa risolvere in modo definitivo.

Considerazioni generali.

Sono ben lungi dal dare a questa anomalia importanza e valore esagerati. La maniera secondo la quale ho supposto che sia avvenuta la sua formazione, e ch' è sufficiente a spiegare le particolarità dianzi descritte, induce a pensare ch' essa non rappresenti che l' effetto di una causa puramente meccanica. Della quale è bene, per non divagare troppo nell'oscuro, non scendere in dettagli.

Affidandomi però alle cose osservate, posso dire intanto che se mai una vera anastomosi fra il trigemino e il facciale fu dimostrata, questa la è certamente. E non solo anastomosi apparente, prodotta dal fatto che branche o rami nervosi, appartenenti morfologicamente ad un dato nervo cerebrale, si accompagnino con branche o rami che appartengono ad un altro nervo. Di sì fatto genere di anastomosi il trigemino e il facciale ne

presentano in sì alto grado, che, almeno nel gruppo dei Selaci, gran parte dei nervi che, sui dati dell' Anatomia, erano attribuiti al trigemino, ora furono dimostrati appartenenti al facciale. Nel caso presente, invece, si constata una vera continuità degli elementi cellulari della parete della vescicola neuro-epiteliale con quelli che sono proprî dei gangli del facciale e del ganglio di Gasser, e che formano più propriamente le loro rispettive radici.

In causa di questa continuità, può rimanere dubbio se i cordoni cellulari nervosi che si accompagnano col nervo boccale, e i quali mostrano una fusione dei loro elementi con quelli della parete della vescicola, appartengono morfologicamente al facciale, o al trigemino, o ad ambedue.

Ma intorno al significato che possono avere degli elementi neuro-epiteliali che stanno in relazione con gangli di nervi sensitivi, anche in un caso così manifestamente anomalo, credo che apportino qualche luce le ricerche che Lenhossék ha di recente istituito, mediante il metodo di Golgi, sul sistema nervoso di *Lumbricus* (1). L' importante risultato a cui egli è arrivato è che, in questo Invertebrato, le cellule nervose sensitive, cioè gli elementi che corrispondono alle cellule dei gangli spinali dei Vertebrati e servono di origine alle fibre sensitive periferiche, stanno tutte nell' integumento, alla cui costituzione pigliano gran parte. Di guisa che le fibre sensitive hanno origine nell' integumento, da qui si dirigono verso il cordone nervoso ventrale, e, dopo esservi penetrate, si dividono ciascuna in un ramo ascendente e in uno discendente, i quali finiscono ad estremo libero in vicinanza dei prolungamenti delle cellule motrici.

Lenhossék riferisce questa disposizione del sistema nervoso sensitivo di *Lumbricus* ad un tipo di grado inferiore. Il quale filogeneticamente ha potuto complicarsi in seguito a due fatti principali: 1° il concentramento delle cellule sensitive, da prima diffuse su tutta la superficie del corpo, in determinate regioni od organi specifici, 2° il distacco di una parte almeno di esse dall' integumento e il successivo loro affondarsi negli strati interni del corpo. Per queste complicazioni si arriva al tipo che s' incontra nei Vertebrati, nei quali (ad eccezione di *Amphioxus*) i gangli spinali (2) comprendono solo una parte delle cellule nervose sensitive,

---

(1) Michael von Lenhossék. Ursprung, Verlauf und Endigung der sensibeln Nervenfasern bei Lumbricus. Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. XXXIX. H. 1. 1892.

(2) E, si può aggiungere, anche cerebrali. Almeno ci autorizzano a questa generalizzazione le ricerche recenti di Kupffer (Die Entwickelung von Petromyzon Planeri, in Archiv f. mikr. Anat. Bd. 35, 1890, e: Die Entwickelung der Kopfnerven der Vertebraten, in Verhandl. d. Anatomischen Gesellschaft auf der fünften Versamml. in München 1891). Secondo il quale i nervi cerebrali dorsali contengono in origine una porzione omodinama ad un nervo spinale, caratterizzata dal suo decorso e dalla relazione sua col mesoderma dorsale. Questa prima porzione è associata però ad un' altra porzione, la quale, avendo pure un' origine comune con quella spinale, passa sopra all' angolo dorsale del mesoderma e viene a situarsi alla sua faccia esterna fra esso e l'epidermide.

mentre, specialmente nei Vertebrati inferiori, ancora un gran numero di tali cellule nervose rimangono distribuite nella pelle (organi laterali, bottoni terminali, ecc. dei Pesci, Anfibî e Rettili).

A me sembra che questa concezione dello sviluppo filogenetico del sistema nervoso sensitivo trovi qualche appoggio nel fatto teratologico che ho descritto. Diró, almeno, che in esso si puó vedere realizzato in parte minima quello che Lenhossék suppone che sia avvenuto di tutto il sistema nervoso sensitivo centrale degli antenati dei Vertebrati. Infatti, di che altro é costituito codesto organo vescicolare se non di elementi che hanno certamente appartenuto all'epidermide, della quale conservano inoltre l'abito epiteliale, elementi che, in direzione centrale, sono in relazione di continuitá con le radici di gangli cerebrali, e perifericamente inviano dei cordoni nervosi che s'accompagnano con quelli di un nervo sensitivo normale?

E volendo pensare a quello che sarebbe avvenuto dell'organo anomalo, nel caso in cui l'embrione avesse potuto giungere allo stato adulto, si puó supporre che le cellule che compongono la sua parete avrebbero concorso a formare delle cellule ganglionari, e delle fibre nervose si sarebbero differenziate sui tratti di tessuto nei quali, tanto in direzione centrale che in direzione periferica, si continua quella parete. Questo dico senza voler entrare minimamente nella questione troppo ardente e tuttora aperta dell'istogenia della cellula ganglionare e della fibra nervosa.

Dal Laboratorio di Zoologia dell'Università di Bologna.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

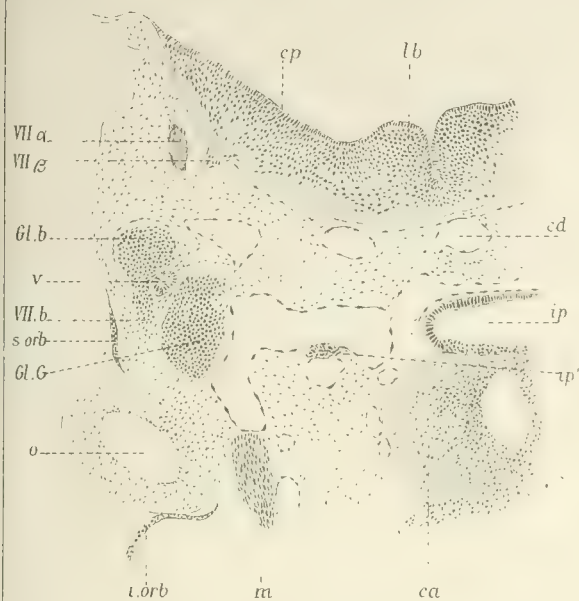
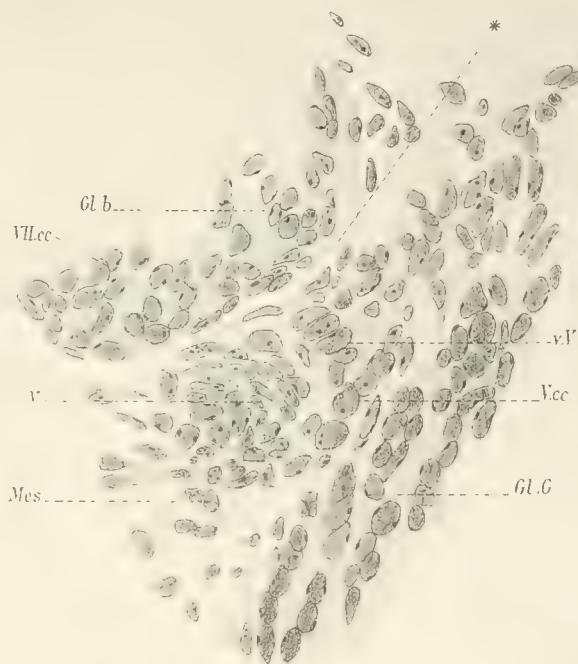
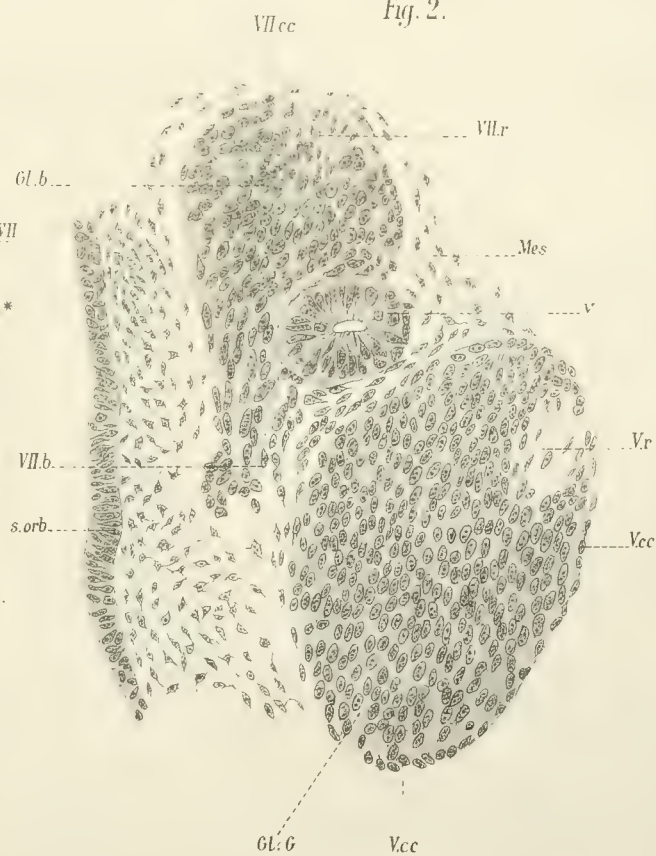
ca — cervello anteriore,
cp — cervello posteriore,
lb — lobi elettrici,
ip — porzione mediana dell' ipofisi,
ip' — porzione laterale della stessa,
cd — corda dorsale,
VIIα e *VIIβ* — radici dorsale e ventrale del facciale,
Gl.b — ganglio del boccale,
VIIb — nervo boccale,
Gl.G — ganglio di Gasser,
VII.cc — cellule dello strato corticale del ganglio del nervo boccale,
V.cc — cellule dello strato corticale del ganglio di Gasser,
v — organo neuro-epiteliale,
v.V — elementi che lo mantengono in relazione col trigemino,
v.VII — elementi che lo mantengono in relazione con le radici del facciale,
V.r e *VIIr* — elementi dei due gangli che formano le loro radici nervose,
vb — cordoni nervosi che fanno parte del nervo boccale,
n — nuclei ricchi di cromatina,
s.orb — canale sopraorbitale,
i.orb — canale infraorbitale,
o — occhio,
m — muscolo oculare,
Mes — mesoblasto,
* — spazî artificiali prodotti dai reagenti.

Fig. 1 — Taglio trasversale dell' embrione a livello dell' organo neuro-epiteliale. Ingrand. 20.

Fig. 2 — Un tratto del taglio che ha servito alla figura precedente. Ingrand. 180.

Fig. 3 — Uno dei tagli anteriori dell'organo, e che mostra le relazioni sue col trigemino. Ingrand. 380.

Fig. 4 — Uno dei tagli posteriori, e che mostra le relazioni dell' organo con le radici del facciale. Ingrand. 380.

A. Coggi, dis. E. Contoli, lit. Lit. G. Wenk e Figli – Bologna.

SOPRA

ALCUNI NOTABILI DELL' OSSO SFENOIDE

E

DELLA PORZIONE BASILARE DELL' OSSO OCCIPITALE

Nota (*)

DEL PROF. LUIGI CALORI

(CON UNA TAVOLA)

Avendo nella state passata avuto facoltà di molto aumentare il numero de' miei cranj aperti, di nulla sono stato maggiormente sollecito che di ricercarne la base per vedere se fossemi sortito di trovare certe particolarità delle quali non posseggo verun esempio. Ma la fortuna non mi ha arriso; non mi é peró stata cosí mal cortese da negarmi un qualche notabile che mi desse materia di studiare e ragionare.

Nel significato di dorso della sella turcica od equina e di clivus dello sfenoide, clivus sphenoidalis, che cosi chiamo a distinguerlo dal basilare, io portai una innovazione al tutto contraria all' uso universale, e perció forse non piacciuta, né approvata, chiamando io dorso semplicemente quella porzione ossea a mo' di lamina che si eleva dalla parte posteriore della fossa pituitaria, e termina con un margine leggiermente arcuato, o diritto (cresta), i cui estremi laterali od angoli portano i processi clinoidei posteriori, e clivus sphenoidalis la porzione ossea sottoposta che discende alla sinostosi sfeno-basilare. Egli è consaputo che i trattatisti hanno per dorso della sella le due porzioni insieme unite, e per clivus la faccia posteriore di essa in un con quella della doccia basilare (clivus spheno-basilaris). L' innovazione mi fu suggerita da un solco trasversale anomalo posto a limite di quelle due porzioni, del quale solco non è raro scorgere una traccia sinostotica. Io già lo descrissi e dimostrai nella Fig. 1, Tav. I, della mia Memoria « Su varie particolarità osteologiche della base del cranio umano », inserita in questo Volume. Ma poiché il solco non è a tutta profondità e solo circoscritto alla parte poste-

(*) Letta nella Sessione del 20 Novembre 1892.

riore, perciò l' innovazione può essere seriamente impugnata, qualora non la sorreggano prove più concludenti. Tali prove mi è venuto di cogliere esaminando quei cranj che hanno recentemente accresciuta la mia collezione.

Il detto solco posto a confine tra il dorso della sella ed il clivus sphenoidalis non è sempre superficiale, ed in vestigio, ovvero sinostotico, come di solito, e limitato posteriormente, ma può profondarsi tanto da riuscire anteriormente separando così il dorso affatto dal clivus sfenoidale o dalla parte posteriore della fossa pituitaria, rimanendo però unito ad amendue le parti semplicemente per sincondrosi (1), cotal che disfacendosi la cartilagine articolare nella macerazione il dorso si stacca e va perduto. Questo accade di osservare in cranj d' individui anche non molto giovanissimi, e ne ho delineato un esempio, che vedi nella Fig. 1. La sella apparisce monca del dorso, e mette in vista la superficie articolare onde al dorso era unita. Tale superficie è trasversale e piana, siccome suole nelle sinfisi, o sincondrosi, e declive dall' avanti all' indietro, composta di tre porzioni, due laterali, larghe, quadrangole irregolari, ed una intermedia stretta (istmo) che le unisce, ed è quadrilunga. In un altro esemplare la declività non era di tutte e tre le porzioni, nè aveva la direzione medesima, ma quella delle porzioni laterali andava da' lati di quella dell' istmo all' esterno terminando verso l' estremità posteriore del margine interno del solco carotico, e non era piana, ma leggiermente concava; piana quella dell' istmo ed orizzontale. Sotto questa porzione ha un solco che ascende dal clivus sphenoidalis sottoposto, ed ascendendo si fa più profondo, e termina in fossetta, la quale in un colla particella corrispondente del margine inferiore del dorso doveva formare un forame cieco che non di rado occorre alla metà della sinostosi tra dorso e clivus sphenoidalis, come già vedesi nella Fig. 2. Chi vuol vedere quanto potesse o dovesse essere il dorso perdutosi nella macerazione, potrà farne ragione guardando quest' ultima Figura che io ho data per questo. Alcun potrebbe credere che le porzioni larghe della superficie articolare appartenessero all' articolazione de' processi clinoidei posteriori, ma appartengono alla base dirò così del dorso della sella, larga a' lati, men larga nel mezzo. L' articolazione di quei processi è più alta, come dimostra la Fig. 6, Tav. II,

(1) Io già notai nella cit. Memoria che il dorso rimaneva a lungo cartilagineo, continuo con la cartilagine sfeno-basilare, la quale è un residuo di quella. Virchow ha illustrata questa porzione cartilaginea della parte media della sella; porzione già osservabile nei neonati, secondo che riferisce A. Kölliker. Embriologie, Paris 1882, pag. 465, ed aggiugne che la sincondrosi spheno-occipitalis può persistere assai lungamente anche tutta la vita, di che ho io pur notato un esempio. Vedi Memorie della nostra Accademia, Serie 4, Tomo I, Bologna 1880, pag. 123. — Questa separazione della porzione basilare dal corpo dello sfenoide andava di conserva con quella tra la porzione squamosa e petrosa dell' osso temporale.

della mia Memoria succitata. L' ossificazione del dorso pare avvenga per tre germi, uno generale, e due particolari, che sono le due epifisi dei processi clinoidei posteriori articolati per sincondrosi con quello. Congetturai nella detta mia Memoria a pag. 303 che la sincondrosi poteva convertirsi in diartrosi, e me ne ha offerto la prova un caso in cui l' angolo sinistro del dorso, mancava del processo clinoideo, ed in suo luogo avea una piccola cavità articolare glenoidea; dall' altro lato il processo era anchilosato, Fig. 5. Talvolta in luogo del solco trasverso tra dorso e clivus sphenoidalis ha una linea leggiermente arcuata di forametti, Fig. 3, fra quali alcuno riesce alla fossa pituitaria. Queste linee di forellini non sono punto rare nelle sinostosi. Nell' atrofia senile il dorso della sella ingracilisce, e diviene papiraceo e trasparente nella parte media; l' atrofia può crescere al segno da rendere assai foraminoso il dorso, e dargli l' apparenza di rete o cribro irregolare, cioè vario per la grandezza de' forami, Fig. 4, i quali sono certamente vascolari, dati soprattutto al passaggio di vene, e di vene anco dilatate, donde la maggiore apparenza o larghezza di essi, e perciò l' atrofia maggiore della sostanza ossea: senza che l' atrofia giugne talvolta a grado sì alto da sciogliere l' unione sinostotica del dorso con la sella ed il clivus sphenoidalis; alle quali parti poi non rimane unito che mediante la dura madre. Un' anomalia non del tutto slegata dal discorso sul dorso della sella fiane chiusura. L' anomalia è specialmente notabile pel suo rapporto con altra di altra parte vicina, ed offronsi entrambe ritratte nel lato destro della Fig. 7. Ella consiste in due sottilissime apofisi stiliformi od acuformi, una delle quali muove dal processo clinoideo posteriore destro, e va al di sopra dell' apice della piramide petrosa incontro ad altra apofisi simile, che parte dal margine superiore della piramide detta subito al di dietro della estremità posteriore dell' incisura del nervo trigemino, corre in avanti sopra questa incisura verso l' altra apofisi, ma non l' aggiugne, rimanendone distante poco più di un millim., riempiutone l' intervallo come da un piccolo legamento: così ha luogo una specie di ponte sopra il principio del solco carotico, il lato esterno del forame carotico interno e quella incisura. Altre volte ho incontrato queste due apofisi, ma non tutte e due insieme in un medesimo cranio: il loro accoppiamento in uno solo non erami mai occorso.

Nella Fig. 7 scorgesi il forame lacero anteriore sinistro chiuso da una sottile lamina ossea che dal margine posteriore della grande ala dello sfenoide e dalla estremità posteriore del margine esterno del solco carotico va alla piramide petrosa, tra cui e la lamina rimane una rima esilissima: talvolta sembra che la lamina muova dalla piramide. Manca la lingula sfenoidale, immedesimata nella lamina, la quale col suo margine interno arcuato chiude esternamente il forame carotico interno, e fa le veci della

lingula mancante. Trovasi al margine posteriore della grande ala nella lamina un forametto dato al passaggio del grande nervo petroso superficiale. Non è raro incontrarsi in questa lamina, ma raro è di trovarla integra; chè rompesi facilmente nella sua parte media, dov' è più assottigliata e fragile, rimanendone due frammenti, uno esterno, l' altro interno che chiude esternamente il detto forame carotico, ed è la sopramentovata lingula, la quale in tal caso suole apparire più larga del consueto, e per sì fatta formazione essa lingula non sarebbe una parte ossea distinta, e dovrebbe considerarsi come un residuo della lamina divisata. Questa poi è priva di sostanza diploica, pareggiando l' unguis e l' os planum. In suo luogo ha ordinariamente una chiusura cartilaginea. Serve in fine anche di parete esterna alla porzione, massime orizzontale, del canale carotico.

Si sa che il legamento pterigospinoso di Civinini si ossifica, e che l' ossificazione procede in due direzioni, una dall' apofisi della aletta esterna del processo pterigoideo verso la spina angolare dello sfenoide, l' altra da questa spina verso quell' apofisi della detta aletta, e le due ossificazioni s' incontrano e vengono a contatto rimanendo fra loro una leggierissima rima o sutura armonica che col tempo vien meno per sinostosi. Sopra il detto legamento ha il forame pterigospinoso pur di Civinini, per lo più semplice, ma che può essere diviso in più forami; la quale contingenza o conformazione mi è parsa importante per l' anatomia dei rami della porzione specialmente gangliare della terza branca del nervo trigemino, e perciò ho stimato prezzo dell' opera farne una particolare illustrazione, Fig. 6. Parallela alla sopramentovata apofisi dell' aletta esterna ne ha talvolta un' altra dell' aletta interna, e le due apofisi, qualora il legamento pterigospinoso non sia ossificato, somigliano i denti di una sega. È anche notabile per la sua molta lunghezza l' apofisi falcata che muove dalla metà circa del margine posteriore o libero dell' aletta prefata, la quale apofisi tanto si prolunga allo indietro che quasi aggiugne la faccia inferiore della piramide petrosa, a cui è unita per un breve legamento detto pterigopetroso, e per tale unione si forma il forame pterigopetroso più ampio molto del pterigospinoso contenuto in quello. L' indicato legamento è normalmente assai più lungo, e la straordinaria lunghezza dell' apofisi falcata dipende senza fallo dall' ossificazione della maggior parte del legamento. In fine a quest' apofisi falcata ne va qui del pari un' altra dell' aletta interna del processo pterigoideo, ma assai più corta e simile di forma alle sopradivisate.

Nella sincondrosi sfenobasilare la cartilagine ossificandosi offre de' nucleetti ossei che sembra uniscansi in prima alla porzion basilare, poi al corpo dello sfenoide, e che esternamente dov' è più tardiva l' ossifica-

zione, appariscono talvolta anche in cranj non certo di giovani, e la sostanza ossea sinostotica che si forma, appartenente alle due ossa cui é frapposta, puó rimanere distinta, Fig. 7, come se fosse un osso di unione limitato da due leggieri solchetti o linee sinostotiche, una superiore, l'altra inferiore, ed in questa hanno de' forametti, uno dei quali é più largo, e corrisponde alla metá circa della detta linea. Ai lati della doccia basilare occorrono i solchi de' seni petrosi inferiori, il sinistro dei quali é più largo, ed offre un forame emissario, il quale non ha a confondersi con quello della sutura petro-basilare, che é come un forame jugulare accessorio, il quale serve di uscita alla vena del seno petroso inferiore, che qui esce del cranio al davanti del nervo glossofaringeo. Il detto forame emissarió ha esternamente un solchetto che termina a quella sutura, e doveva essere da principio una profonda incisura laterale, che assai di rado occorre, e che vedi ritratta nella Fig. 9, ed é non da un lato solo, ma da tutti e due i lati (1). Dal forame emissario poi parte un solchetto che attraversa internamente la doccia basilare, ma che quivi non ve ne corrisponde un altro allo esterno, se non lo voglia avvisare in una piccola linea trasversale di forami Fig. 8; solchetto che trovi peró nella Fig. 9, dove unisce le due incisure sopradette, andando trasversalmente dall' una all' altra al davanti del tubercolo faringeo, ed entrambi i solchetti una e l' incisure dividono la porzione basilare in due, una superiore maggiore, l'altra inferiore minore, siccome appunto sono i due germi ossei che la formano (2). E qui alcuno forse si aspetterá che io discenda a parlare dell' osso basiotico di Albrecht o prebasioccipitale (Sergi), di cui molti hanno scritto in Italia (Legge, Sergi, Lanzi, Mingazzini, Lanzilotti Buonsanti, Umberto Rossi, Morselli, Efisio Ardu, ecc.), ma un' osso veramente individuato e singolarizzato, pur a germe di ossificazione proprio, tra la porzione basilare, ed il corpo dello sfenoide pare non esista, non essendo il basiotico che il germe osseo anteriore di quella porzione, ed il germe osseo di una parte cui più germi concorrono a comporre, non forma, ripeto, un vero osso individuato e singolarizzato; onde io volentieri mi passo di più dirne. Ma tornando al solco trasverso interno, Fig. 7, alla sua metá trovasi un forame, dietro cui una squametta ossea con alla parte posteriore de' forametti che non

(1) Di queste due incisure sono molto rari gli esempi. In cento cranj non me n' è occorso che uno.

(2) Per questi germi ossei vedi le Fig. 8-9 della Planche 2 dell' Atlante annesso all' Opera: Origine et développement des os, par Rambaudt et Ch. Renault. Paris 1864, e pag. 101 e seg. del testo. A. Kölliker parlando dell' ossificazione dell' osso occipitale, Op. cit. pag. 463, tutto che conoscesse l' Opera de' nominati anatomici francesi, che egli pur cita, non concede però alla porzione basilare che un germe osseo solo, senza fare il più piccolo motto in contro della duplicità ammessa da quelli, ma secondo che parmi, si dilunga dal vero.

mi è riuscito di scoprire che comunicassero col soprapposto. Questo forame poi è di mediocre larghezza, e sembra essere l' orifizio interno del canale basilare di Gruber (1), ma esso del pari e il superiore situato dietro la parte media della sinostosi sfenobasilare mettono in canaletti ristretti e poco profondi, sì che non hanno la loro uscita alla superficie esterna della porzione basilare, quantunque in questa abbiano due altri forami più larghi, Fig. 8, conducenti pure a brevi canaletti, uno presso la detta sinostosi, l' altro alla parte posteriore di una fossetta navicolare o scafoidea media che li contiene, phoveola pharyngea (Gruber), basilare inferiore (Romiti); la quale fossetta, come dimostra la citata Fig. 8, non è in tutti i casi limitata alla porzione basilare, ma può valicare la sinostosi sfeno-basilare ed occupare una piccola parte della faccia inferiore del corpo dello sfenoide, cotal che le si aggiusterebbe anche la denominazione di basi od occipito-sfenoidea; ma parmi preferibile la denominazione impostale da Gruber, siccome quella che comprende tutte le contingenze (2). La fossetta poi non è sempre sì lunga e della forma detta, ma spesso più breve e più larga posta di solito nel centro della faccia esterna della porzion basilare, tendente alla circolare, e quando più, quando men cava, e quando poco, quando punto manifesta; e certamente non esiste sempre, e la mancanza può essere sostituita da una linea media rilevata che rassembra una leggier cresta estesa dal tubercolo faringeo alla sostanza ossea di unione della sinostosi sfeno-basilare o vero un rialto longitudinale medio largo più di due millim., fatto in guisa di mezzo cilindro, od essere nella faccia inferiore punto convesso, ma piano. Quei forami e canaletti, probabilmente diramati nella sostanza spugnosa o diploica che qui voglia dirsi, non sono sempre così, ma variabili di grandezza e di sede al par della fossetta, ed essendoci, ricordano poi quelli dei corpi delle vertebre, e sembrano dati a consimile uffizio. Se non che il canal basilare, oltre che può sboccare esternamente, può anche sboccare internamente correndo o semplice o diviso sotto la tavola ossea della doccia basilare per più o men lungo tratto, e sboccando alla superficie di essa doccia donde mosse, per uno o più orifizi e più o men presso il grande forame occipitale, e talvolta a quest' esso, e può offrire altre varietà già descritte e rappresentate da Gruber. E qui faccio fine

---

(1) Mémoire de l' Academie imperiale de Saint-Petersbourg. Ser. VII, Tome XXVII, 1880, I. Canalis basilaris medianus des Os occipitale bei dem Menschen.

(2) Paul Poirier nel Traité d' anat. hum. Tome prem. Paris. Osteologie, pag. 303, riguardo questa fossetta scrive che essa resulte d' une soudure incomplet entre le basioccipitale et le basiotique. Le Fig. 8, 9 della Tavola annessa a questa Nota sembrano smentire questa congettura. Piuttosto, qualora consentisse col vero l' opinione di Etienne Geoffroy Saint-Hilaire che ciascuno dei due germi ossei della porzione basilare fosse scisso in due, come due metà laterali, potrebbe credersi che le due metà del germe anteriore non si fossero unite completamente sulla linea media nella parte inferiore, donde la fossetta faringea.

alla esposizione de' notabili che hanno dato materia a questa Nota. Forse sarà chi vorrà dirmi aver io sprecato tempo e fatica occupandomi di cose intorno alle quali si è molto da moltissimi ragionato. Risponderò che io non ho preteso dire cose nuove; chè le novità sono difficilissime in Anatomia umana, ma dir le cose che ho vedute, propriamente, memore del Difficile est proprie comunia dicere del Venosino: la quale meta, se io non abbia raggiunto, mi lusinga speranza d' esserci almeno andato vicino.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

FIGURA 1.

Superficie articolare piana data all' articolazione del dorso della sella turcica od equina con la parte posteriore della sella medesima. Tratta dal cranio di un giovane di 24 anni.

a, indicazione della fossa pituitaria.
1, 1, porzioni laterali larghe della detta superficie.
2, porzione ristretta od istmo che le unisce.
3, metà inferiore di un forame cieco, o fossetta che era limitata superiormente dal dorso della sella perdutosi nella macerazione.
4, clivus sphenoidalis.
5, sinostosi sfeno-basilare.
6, particella della porzione basilare dell' osso occipitale.

FIGURA 2.

Dorso della sella e clivus sphenoidalis separati da un leggier solco trasversale. Tratta dal cranio di un giovanetto di 19 anni.

a, come nella Figura precedente.
1, dorso.
2, clivus sphenoidalis.
3, sinostosi che li unisce.
4, forame cieco.
5, sinostosi sfeno-basilare imperfetta od incompiuta.
6, particella della porzione basilare.

FIGURA 3.

Linea arcuata di forametti corrispondente alla sinostosi tra dorso e clivus sphenoidalis. Tratta dal cranio di un individuo cinquantenne.

1, dorso della sella.
2, clivus sphenoidalis.
3, la detta linea arcuata di forametti.
4, parte anteriore della porzione basilare.
5, sinostosi sfeno-occipitale.

FIGURA 4.

Atrofia del dorso della sella che apparisce molto foraminoso. Tratta dal cranio di una vecchia.

1, dorso.
2, clivus sphenoidalis foraminoso pur esso.
3, linea foraminosa della sinostosi tra dorso e clivus sphenoidalis.
4, parte anteriore della porzione basilare.

FIGURA 5.

Mancanza del processo clinoideo posteriore sinistro perdutosi nella macerazione, e cavità articolare glenoidea alla sua articolazione col dorso della sella. Cranio d' un uomo di 37 anni.

a, processo clinoideo posteriore destro.
1, la detta cavità glenoidea.
2, solco che segna l' articolazione e l' anchilosi del processo clinoideo posteriore destro.

FIGURA 6.

Legamento pterigo-spinoso di Civinini ossificato; forame del medesimo nome diviso in più: apofisi falcata molto lunga proveniente dall' aletta esterna del processo pterigoideo (apofisi pterigo-petrosa).

a, faccia esterna di porzione della grande ala dello sfenoide.
b, spina angolare.
c, aletta esterna del processo pterigoideo molto larga.

d, uncinetto pterigoideo.
e, forame ovale.
f, forame spinoso.
g, parte della porzione squamosa del temporale.
h, porzione della piramide petrosa.
i, processo mastoideo grande.
k, processo stiloide.
1, 2, legamento pterigo-spinoso ossificato, costituito da due processi ossei.
3, unione suturale dei due processi che lo formano.
4, forame in forma di otto di cifra, composto di due, uno maggiore, l' altro minore insieme comunicanti.
5, altro forametto situato presso il forame spinoso.
6, apofisi falcata pterigo-petrosa suddetta.

FIGURA 7.

Lamina ossea papiracea chiudente il forame lacero anteriore: sostanza ossea di unione nell' articolazione sfeno-basilare: forame emissario del solco del seno petroso inferiore: solco dividente in due la doccia basilare, e forame alla metà di questo solco. Apofisi stiliformi, od acuformi del processo clinoideo posteriore destro e del margine superiore della piramide petrosa corrispondente subito al di dietro dell' incisura pel nervo trigemino. Forame osseo anomalo pel quale passa il tronco del nervo spinale od accessorio del Villis. Dal cranio di un uomo settantenne.

a, dorso della sella turcica od equina.
b, *c*, processi clinoidei posteriori.
d, clivus sphenoidalis.
e, traccia del solco di divisione tra dorso e clivus sphenoidalis.
f, porzione della grande ala sinistra dello sfenoide che offre in
g, il forame rotondo, o grande rotondo, in
h, il forame ovale, in
i, lo spinoso, o piccolo rotondo,
k, solco carotico,
l, forame carotico interno,
m, piramide petrosa,
(*g*–*m*: del lato sinistro.)
n, la suddetta sostanza ossea di unione.
o, porzione basilare dell' osso occipitale.
p, solco del seno petroso inferiore sinistro
q, porzioni condiloidee.

r, forame lacero posteriore sinistro.
s, porzione anteriore della piramide petrosa destra.
t, incisura del nervo trigemino.
1, lamina che chiude il forame lacero anteriore sinistro.
2, forametto pel quale passa il grande nervo petroso superficiale.
3, forame accompagnato da altri più piccoli situato presso la metà del solchetto che separa la porzione basilare dalla sostanza ossea di unione.
4, forame emissario scolpito nel solco del seno petroso inferiore sinistro.
5, solchetto che parte dal detto forame ed attraversa la doccia basilare.
6, forame situato alla metà del solchetto notato, forame che sembra essere l' orifizio interno del canale basilare di Gruber.
7, apofisi stiliforme od acuforme del processo clinoideo posteriore destro.
8, apofisi stiliforme od acuforme movente dal margine superiore della piramide petrosa destra e che va alla volta dell' altra cui non aggiugne.
9, forame osseo anomalo molto raro situato dietro la doccia destra 12 del vaso pel quale forame passa il tronco del nervo spinale od accessorio del Villis. Detto forame mette in un breve canaletto che va obliquamente in avanti tra il forame jugulare 10, e la detta doccia 12 del nervo vago. Talvolta all' estremità esterna di un solchetto che non di rado occorre, corrispondente a quel tronco, trovansi due tubercoletti riuniti da un fascetto fibroso e dalla dura madre, il quale fascetto ossificandosi forma in un con la detta estremità il notato forame osseo, già innanzi osteo-fibroso. Non ho d' uopo dire, chè è saputo da tutti esservi tra il vago e l' accessorio normalmente un setto fibroso compreso dalla dura madre.
11, porzione di forame lacero destro corrispondente al vago ed allo spinale non che alla vena del seno petroso inferiore del medesimo lato.

FIGURA 8.

Due forami esterni della porzione basilare situati in una fossetta di forma navicolare ed altri al di dietro di essa.

a, la detta porzione.
b, parte anteriore delle porzioni condiloidee.
c, porzioncella del corpo dello sfenoide.
d, sinostosi sfeno-basilare.
1, fossetta navicolare, o faringea (Gruber).
2, porzioncella del corpo dello sfenoide, la quale completa anteriormente la fossetta.

3, due forami più ampi degli interni, uno presso la sinostosi sfeno-basilare, l' altro alla parte posteriore della fossetta.
4, linea trasversale di forami corrispondente, secondo che pare, alla sinostosi dei due germi ossei della porzione basilare, e che sostituirebbe il solco trasversale 2 della Fig. 9.
5, forame emissario del seno petroso inferiore sinistro: a destra ha una incisura.
6, tubercolo faringeo terminante posteriormente in una specie di cresta.
7, creste e fossette date all' inserzione de' muscoli retti anteriori.

FIGURA 9.

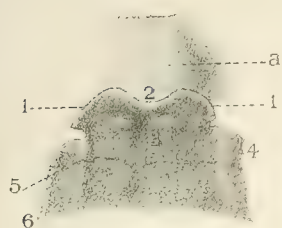
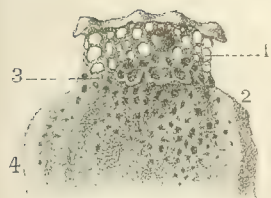
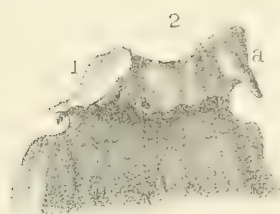
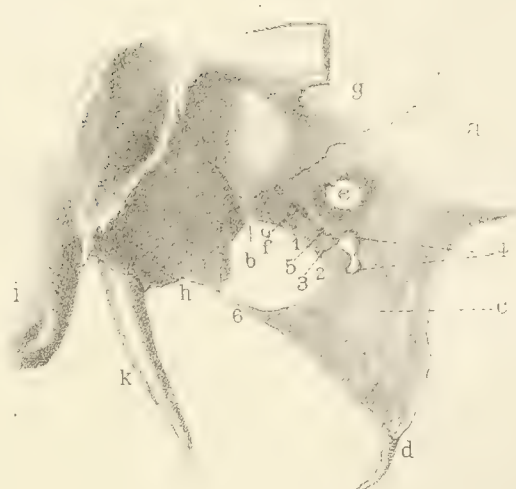
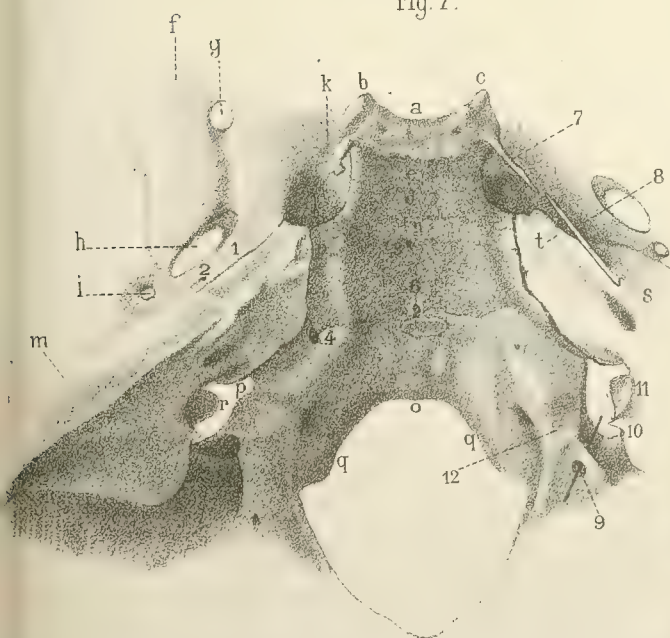
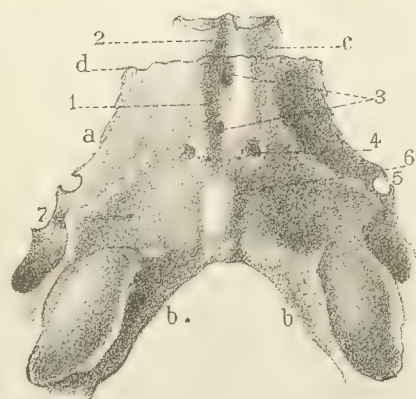
Faccia esterna della porzione basilare dell' osso occipitale di un fanciullo di sei anni, dove occorrono due rare incisure ai lati della detta porzione, ed un solco trasversale che le unisce.

a, *b*, porzione basilare veduta dalla faccia esterna.
c, *c*, porzioni condiloidee.
1, 1, le dette due incisure laterali.
2, il solco trasversale che le unisce, e corre davanti al tubercolo faringeo.
3, 4, le due porzioni ond' è divisa la porzione basilare dal solco, ed incisure sopradette.
5, fossetta navicolare, o faringea di Gruber.
6, tubercolo faringeo.
7, creste e fossette date all' inserzione de' muscoli retti anteriori. Mingazzini (Anat. Anzeiger, N. 14, 1891) al davanti delle dette creste ne ammette un' altra che segnerebbe la divisione della porzione basilare nei due germi ossei che la formano, ma di rado cotal cresta è distinta.

ERRATA-CORRIGE

Nella pagina 782, linea 16 invece di vaso leggi vago

E. Contoli, dis. dal vero e lit.

Lit. G. Wenk e Figli – Bologna.

SULL' ANATOMIA DEL PALATO DURO

Appunti (*)

DEL PROF. LUIGI CALORI

(CON UNA TAVOLA)

Il palato vien diviso in duro e molle, o secondo il linguaggio di Soemmerring, in stabile od immobile ed in mobile. Lasciando da parte stare quest' ultimo, esporrò qui alcune osservazioni anatomiche fatte, già tempo, sul primo, invitato a metterle in carta da un dotto Opuscolo sul medesimo argomento, avuto in dono dalla squisita gentilezza e cortesia del Chiarissimo suo autore Prof. Lodovico Stieda; nel quale opuscolo sono presi in considerazione ed illustrati questi tre punti, uno su le doccie o solchi vascolari della volta ossea del palato, l' altro su la cresta trasversale della superficie inferiore della porzione orizzontale dell' osso palatino, il terzo sull' esostosi medio-palatina di Chassaignac, o più esattamente rilievo medio-palatino chiamato dai Tedeschi *torus palatinus* (1).

Varietà numerica dei solchi palatini: varietà dell' arteria palatina anteriore: nervo concomitante.

Bichat trattando del processo palatino del mascellare superiore disse che « On y observe une surface concave sillonée par les vaisseaux et nerfs palatins » (2), e Boyer particolareggiando ridusse questi solchi ad uno, o due (3). E qui comincia la contesa intorno al loro numero; imperocchè chi vuole non ne habbia che uno, o non ne ammette normalmente

(*) Letti nella Sessione del 20 Novembre 1892.

(1) Der Gaumenwulst (Torus palatinus) Ein Beitrag zur Anatomie des knöchernen Gaumens von Ludwig Stieda.

(2) Anatomie descriptive. Paris 1801, pag. 71.

(3) Boyer. Anat. descrit., tradotta in italiano. Tomo 1, Firenze 1835, pag. 65.

che uno, come Bourgery (1), Cruvelhier (2), Hyrtl (3) ed altri, chi costantemente due (Stieda). A dire il vero talvolta si stenta a scernerne uno, anzi pare non habbiavene alcuno; ma per lo più se ne avvisano due. Io ne osservai e descrissi pur tre (4), de' quali importa dar ora una novella Figura a dimostrazione del loro sito e della distribuzione loro. E questi tre solchi nell' esemplare ritratto dalla Figura detta, che é la prima della Tavola, sono semplicemente a destra, ed hanno in comune una specie di laguna o solco massimo situato nella parte esterna della porzione orizzontale dell' osso palatino, la quale laguna o solco massimo comincia al forame palatino posteriore maggiore, va anteriormente allargandosi, e giunto alla sutura palatina trasversale si dirama in due solchi secondari, uno esterno, l' altro interno, che poco dopo diramasi in due, e per tal modo si hanno tre solchi, i quali vanno essi altresì in avanti nella superficie inferiore del processo palatino del mascellare superiore destro, non già diritti, ma più o meno obliqui verso la sutura media od anteroposteriore della volta. Il primo di questi solchi é esterno, e muove direttamente dalla laguna o solco massimo, secondo che cogliesi dal sopradettone, poi si avanza costeggiando da prima il lato interno della base del processo alveolare corrispondente, poi continuando ad avanzarsi, a poco a poco se ne allontana; ed é esternamente limitato da una sottil linea appena rilevata, internamente da una cresta ossea comune al secondo solco. Chi volesse rifiutare la significazione di vascolare, o vascolo-nervoso a questo primo solco, l' accogliere che esso fa un' arteriuzza accompagnata da un sottil filamento nerveo, lo stornerebbe da tale rifiuto. Il secondo solco é medio o intermedio, e corre in avanti fra due creste ossee comuni ond' é confinato. Il terzo é il più obliquo e breve, ed é terminato internamente da una cresta ossea propria. In altri esemplari ho scorto nella laguna o solco massimo qualche lieve segno di divisione se non triplice, sì certamente duplice, ed in uno ho veduto essa laguna o solco massimo valicare la sutura palatina trasversale alquanto più allargandosi, e non diramarsi ne' solchi secondari che tre in quattro millim. davanti quella sutura. A sinistra trovansi due solchi semplicemente, uno esterno, l' altro interno corrispondente al medio od intermedio del lato destro. I solchi poi possono essere uniti per brevissimi solchi trasversali

---

(1) Anat. descript. Tom. prem. Paris 1832, pag. 83. En dehors se voit un sillon parallele au bord alveolaire qui loge les vaisseaux et les nerfs palatins posterieur; e Fig. 12, Tav. 25.

(2) Anat. descript. Tom. prem. Bruxelles 1837, pag. 77.

(3) Manuale di Anatomia topografica, tradotto dal Prof. Francesco Roncati. Tomo primo, pag. 246.

(4) Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Serie seconda, Tomo VIII. Bologna 1868, pag. 318 e seg. Tav. I, Fig. 2, 3.

o più esattamente fra loro comunicare per interruzioni od incisure delle creste che li limitano, ed essere quindi aperti l' uno nell' altro. Non sarà vano o superfluo aggiugnere a questa descrizione dei solchi palatini che essi occorrono tuttavia nel palato osseo di feti. Da qualche punto delle creste ossee limitanti i solchi, di solito posteriore, e non molto distante dal principio di questi, o dalla sutura palatina trasversale muovono talvolta, secondo che osservò Bourgery forse pel primo (1), dei piccoli processi puntuti che sono ordinariamente due, uno proveniente da una cresta, l' altro dall' altra di un solco, e sono opposti, e vanno trasversalmente l' un contro l' altro arcuando, e si uniscono per le punte mediante tessuto fibroso, e questo ossificandosi, mediante tessuto osseo. Può non esserci che un processo, ma più robusto e lungo, il quale va da una cresta all' altra di un solco, con la quale ultima è unito per tessuto fibroso, o vero l' unico processo venendo da una cresta comune, essendovi due solchi, uno esterno e l' altro interno, può nell' apice dividersi in due molto più corti, uno volto al lato interno del processo alveolare, cui è unito per una specie di legamento fibroso, l' altro volto alla cresta interna o propria limitante il solco interno, alla quale cresta è pure similmente unito. Così si hanno come due traversette o ponticelli osteo-fibrosi, od un ponticello solo esteso da un orlo all' altro, o da una cresta all' altra di un solco, il quale ponticello una e le creste e la concavità del solco compongono un anello o forame, che può essere convertito in canale, qualora i processi siano larghi, fatti cioè in guisa di laminette. Hrytl che per quanto ne so, è stato il primo dopo il Bourgery a studiare questi forami o canali, però semplicemente ossei, aggiugne un' altra osservazione molto importante, il prolungarsi cioè del canale palatino posteriore nel palato duro, proseguendo per discesa in esso l' arteria palatina anteriore il suo corso entro un canale osseo. Anche nelle interruzioni od incisure delle creste onde i solchi comunicano fra loro, può aversi una consimile disposizione, salvo che i processi non sono trasversali l' uno esterno, e l' altro interno, ma longitudinali, uno anteriore e l' altro posteriore, di qualità che gli anelli o forami che menerebbe l' unione, qualora avvenisse, de' capi dei processi, non sarebbero più diretti dallo indietro in avanti, ma dall' esterno allo interno.

La divisata varietà numerica dei solchi finor discorsi pare corrispondente a quella dei rami principali dell' arteria palatina anteriore; imperocchè Tiedemann rappresentando quest' arteria non la fa divisa in due grossi rami subito all' uscita dal forame palatino posteriore maggiore,

---

(1) Op. cit. Tom. cit. pag. cit. Des deux côtés du sillon sont des petites cretes que parfois se reunissent en arcade.

ma la delinea semplice, che va serpentina alla parte anteriore del palato duro mettendo a' lati dei piccoli rami alla mucosa e alla gengiva, ed assottigliata terminando dietro i denti incisivi (1); la quale disposizione consentirebbe con la esistenza di un solco palatino solo, od anche con nessuno, non incedendo il solco che ad esso lei apparterebbe, a simile degli altri suddiscorsi, serpentino; e non essendo serpentina in corrispondenza della porzione orizzontale dell' osso palatino, ed anche alquanto oltre, consentirebbe poter essa correre per certo tratto dentro un canale osseo, il quale altro non è che un prolungamento del canale palatino posteriore secondo l' osservazione surriferita dell' Hyrtl. Se non che lo Stieda fin dal suo giugnere nel palato duro la dimostra divisa in due grossi rami, uno esterno o laterale più lungo dell' altro che è interno o medio, i quali corrono in avanti lunghesso la volta palatina, disposizione conveniente con la traccia di duplicità sunnotata nella laguna o solco massimo, e con la esistenza di due solchi palatini; de' quali due rami l' esterno ne manda uno non molto grosso che segue il solco palatino esterno, e che insieme con altri appartiene alla gengiva, ed amendue i rami quasi affatto consumansi con le loro diramazioni nella membrana mucosa e nel periostio del palato duro, nelle sue glandole non che nella sostanza ossea della volta, la quale massime nella porzione formata dal processo palatino del mascellar superiore è foraminosa, o per dirla assai bellamente con Bourgery « est parsemée d' un nombre considerable de petit trous nourriciers capillaires etc. » (2); i quali minuti forametti però non servono puramente al passaggio di arteriuzze nutrizie, ma e di venuzze, le quali poi nel periostio formano una rete, molto considerabile ne' mammiferi domestici, per es. nel cavallo, dov' essa appartiene ad una specie di tessuto erettile. Ed a proposito dei forametti divisati non vuolsi lasciare come talvolta occorra una disposizione particolare di essi, formando nella sinostosi della sutura incisiva una elegante serie lineare, e talaltra non occorrono che due forami ben distinti per molta larghezza, situati l' uno a destra, l' altro a sinistra della parte esterna della detta sutura subito dietro al setto che divide l' alveolo del dente incisivo laterale da quello del canino, Fig. 1. Introdotta una robusta setola entro i detti forami, penetra in un canaletto che scende da 15 millim. circa nell' apofisi montante del mascellare superiore dove il canaletto sembra terminare. Al forame prolungasi il solco palatino esterno, ed in esso penetra un ramo arterioso. Il forame può essere

(1) Vedi Frid. Tiedemann. Tabulae arteriarum corp hum. Karlsruhe 1822, Tab. VII, Fig. 4, N. 41.

(2) Op. cit. Tom. cit. pag. 83.

da un lato solo. Un esile forametto osservasi spesso nel detto punto. Finalmente la moltitudine de' forametti della faccia inferiore de' processi palatini scema nei vecchi assaissimo, cotal che non solo scarseggiano, ma vengono quasi meno affatto. Ma tornando a quella disposizione arteriosa, é senza fallo conforme al vero, e posso asserirlo come testimonio di veduta. Non vuolsi perció credere che la Figura succitata del Tiedemann non sia veridica, che veridica é dessa pure, essendo lontana l' arteria palatina anteriore dall' entrare sempre divisa in due rami nel palato duro, come si é detto innanzi, ma non di rado entrare semplice diramandosi poi lungo il suo tragitto alla estremitá anteriore della volta palatina; e tale semplicitá é conveniente con un solco palatino solo, secondo che si é poco sopra notato. La quale semplicitá e di solco e di arteria é generalmente ammessa, e non é guari anche dal Gegenbauer, il quale trattando dell' arteria palatina anteriore, ch' egli chiama grande palatina (arteria palatina major) scrive ch' essa « passe per l' orifice inferieur du canal palatin posterieur, decrit un trajet trés sinueux étant appliquée immediatement contre la voute palatine dans une gouttiére qui presente cette derniere, et la dirige en avant. Lá elle se distribue a la muqueuse ainsi qu' a la gengive » (1), ommettendo di noverare le glandole, forse perché comprese nella denominazione di membrana mucosa, o vero sottointese in quella. In fine la duplicitá sopradetta dei solchi della volta ossea del palato consente con l' essere diviso il nervo palatino anteriore in due branche, e l' entrar spesso cosí diviso in un coll' arteria nel palato duro, formanti con questa un fascio nella laguna o solco massimo; del quale fascio, come delle sue diramazioni, ha dato una Figura abbastanza buona il Béraud (2), la quale mi dispensa quindi dal farne novella rappresentazione. E le dette due branche, valicato il solco massimo, si allontanano seguendo i principali rami arteriosi, ed una é esterna piú piccola che divisa in ramuscelli si consuma nella gengiva, e l' altra é interna, piú grossa che dispensa i suoi ramuscelli alla membrana mucosa, ed alle glandule palatine. È a notare che le dette branche nervose a poco piú di un centimetro di distanza dalla loro entrata nel palato duro sogliono anastomizzarsi per rami trasversali formando direi quasi un plesso a larghe maglie che abbraccia l' arteria, e mettonsi quivi in contatto della volta ossea palatina, ma nel restante sono applicate al lato inferiore dei principali rami arteriosi corrispondenti, ai quali lassamente aderiscono.

---

(1) Vedi Traité d' Anat. hum., par C. Gegenbauer, traduit de l' allemand par C. Julien. Paris 1889, pag. 791.

(2) Atlas complet d' anatomie chirurgicale. Paris 1865, Planche XXIX, Fig. 1.

Cresta trasversale o premarginale della faccia inferiore della porzione orizzontale dell' osso palatino: nicchia o fossetta glandulare di Verga.

Dietro al forame palatino posteriore maggiore, o al davanti del minore quando anteriore quando interno o tra i due minori, che tanti sogliono essere, muove la cresta trasversale descritta dal Bichat nella faccia inferiore della porzione orizzontale dell' osso palatino presso il margine posteriore di questa porzione (1). Per questa sua positura le hanno dato l' epiteto di marginale, ma siccome suol essere situata non sul margine posteriore, ma davanti questo, pare che meglio le si aggiusti l' epiteto di premarginale. Di tale cresta parlò due anni dopo A. Portal (2), ed appresso Boyer (3), Bourgery che ne diè la figura (4), Cruveilhier (5), Blandin (6) ecc., ed in generale gli anatomici francesi. Appo noi non solo G. Strambio ne ha fatto parola (7), ma e A. Verga, il quale aggiugne che al davanti di lei ha una nicchia o fossetta occupata da un acervetto di glandole palatine, e che vuolsi chiamare nicchia o fossetta glandulare di Verga (8). Metteva conto notare ciò, poichè non trovo chi a proposito di questa nicchia o fossetta ricordi il Verga, ne anche lo Stieda il quale ne fa pure un corollario che è il sesto del suo lavoro. E qui io non continuerò l' elenco degli anatomici tedeschi, inglesi ecc. che hanno menzionata e descritta la cresta trasversale del Bichat, avendolo già fatto lo Stieda medesimo; onde passerò oltre, e dirò che alla parte posteriore della cresta è appicata quella membrana fibrosa od aponevrotica estesa per entro il velo palatino, o palato mobile, di cui è dessa fusto e sostegno. È detto che il muscolo sfeno-salpingo-stafilino s' inserisce con il suo tendine nella faccia inferiore della porzione orizzontale dell' osso palatino. Io credo bene a questa inserzione, ma ne ha pur altra direttamente nel velo palatino. Può considerarsi il muscolo come una unione e confusione di due muscoli, aventi ciascuno il proprio ufficio, uno esteso dalla porzione cartilaginea, massime dalla membranosa

---

(1) Bichat. Op. cit. pag. 77.
(2) Cours d' Anat. médic. Tom. prem. Paris 1803, pag. 114.
(3) Anat. descrit. tradotta in italiano. Tomo primo. Firenze 1835, pag. 66.
(4) Op. cit. Tom. cit. pag. 84, e Fig. 9, Planche XXVI.
(5) Anatomie descriptive. Tome premier. Bruxelles 1837, pag. 78.
(6) Nouveaux élém. d' Anat. des., Tome premier. Paris 1838, pag. 115.
(7) Trattato elem. d' Anat. des., seconda edizione. Vol. 1. Milano 1865, pag. 87.
(8) Vedi Andrea Verga. « A proposito dell' osso palatino » nel Rendiconto dell' Istituto Lombardo ecc. Serie II, Vol. XII. Milano 1879, pag. 254.

della tuba Eustachiana all' osso palatino, l' altro dallo sfenoide e dalla porzione cartilaginea di essa tuba al velo palatino: quest' ultimo è il così detto tensor veli, quello il muscolo dilatatore della tuba, musculus tubae novus Valsalvae (1), aggiudicato pure a questo celebre anatomico da Morgagni (2).

Rilievo longitudinale fusiforme o romboide medio-palatino discendente dalla concavità della volta ossea del palato: conformazione contraria a quel rilievo: wormiani medio-palatini corrispondenti: linee arcuate di forellini in sostituzione della sutura obliterata tra essi wormiani ed i processi palatini: intermascellare dei denti di latte: intermascellare dei denti permanenti: differenza tra questa duplicità degli intermascellari e quella dei due germi ossei onde ciascuno intermascellare componesi.

L' esostosi medio-palatina di Chassaignac che così chiamò quel rilievo longitudinale fusiforme o romboide più o men forte che non di rado si osserva nella parte media del palato osseo, ebb' egli per un effetto di lue sifilitica. Ma Diday (3), Richet (4), Hyrtl (5) ecc. asseverano trovarsi tal rilievo tuttavia in persone esenti da qualunque labe sifilitica, ed altro non essere che una conformazione normale, od una anomalia. Di questo parere mi faccio io altresì partecipe. I tedeschi com' è stato detto di sopra, l' hanno chiamata Torus palatinus. Sappiamo da Hyrtl che Carabelli ne diè la Figura, ed aggiunse che essa era ereditaria in alcune famiglie (6). Kupffer e Bessel Hagen hanno voluto che ella fosse carattere della razza prussiana, ma Stieda ha dimostrato non essere vero, appartenendo l' anomalia a tutti i popoli e razze, con questo che spesseggia più in alcuni, come ne' Papuani e negli Ainos, ed è piuttosto rara in altri, come nei Negri. Egli l' ha rappresentata a vario grado in assai belle figure, onde io avrei dovuto passarmene affatto, ma non ho potuto, avendone mestiero di una a confronto di contraria od inversa conformazione. E l' ho presa dal palato osseo del cranio di una vecchia della mia colle-

---

(1) A. M. Valsalvae. Tractatus de Aure. Cap. II, § XVIII.

(2) Epistola Anatomica VII, § 21.

(3) Gazette Médicale. 1850, pag. 404.

(4) Traité practique d' Anatomie médico-chirurgicale, 2. edition. Paris 1860, pag. 396.

(5) Op. cit. Tom. cit. pag. 247.

(6) Ibid. ov' è citato appiè di pagina l' opera intitolata Anatomie des mundas. Wien 1842, Tab. XIV, Fig. 4.

zione, non già perchè sia piuttosto della vecchiaia, ma perchè esprime uno de' più alti gradi dell' anomalia. E la Figura 2ª n' è ritratto. Confrontando questa Figura con la 3ª tolta essa altresì dal palato osseo di una vecchia, se ne ha il contrapposto, chè in luogo di un rilievo medio palatino pendente dalla volta ossea del palato apparisce una concavità od incavo longitudinale scafoideo medio palatino limitato a' processi palatini de' mascellari superiori, nel quale incavo la sutura è quasi affatto obliterata, ed offre posteriormente una serie longitudinale di forami non piccoli per la regione che occupano, e sono forami vascolari. Un incavo consimile mi è occorso, non è guari, nel palato osseo di un feto femminino ottimestre. Non si creda per ciò che tale incavo non si possa trovare che in palati ossei femminili; che certamente trovasi ancora in palati ossei mascolini, ed ognuno potrà convincersene, esaminando un numero, però non piccolo, di cranj mascolini. Nel palato osseo di un fanciullo in cui non era ancora spuntato il dente incisivo medio permanente superiore, l' incavo medio palatino è più corto, ma alquanto più largo, appartenendo solo alla metà posteriore circa della parte media del palato, intanto che l' anteriore si conformava in una specie di tallone, quale presentasi tuttavia in altri palati ossei. E l' incavo non è fatto dai processi palatini, ma da due ossi intercalati ad essi, Fig. 4, ossi oltre dir singolarissimi, i quali per quanto ne so, non hanno esempio nella storia dei wormiani. Io ben ne osservai e descrissi altri due nella volta ossea del palato di un adulto situati alla parte posteriore interna de' processi palatini (1), ma essi erano piccoli e direi quasi niente a petto di questi due che sono enormi. E li vedi lunghi e stretti, aver principio a' lati del forame palatino anteriore, e terminare alla sutura palatina trasversale percorrendo così un tragitto di 25 millimetri. La loro larghezza è maggiore nella lor parte media che nelle estremità, e disuguale, misurando nel sinistro 7 millim., nel destro 6 $^{1}/_{2}$. La loro superficie è leggiermente concava nella metà posteriore formando quell' incavo medio palatino sopradetto, ed offre dei forellini nutrizi, massime anteriormente. Col loro margine interno che è diritto, si articolano insieme per sutura denticolata, la quale è la porzione di sutura palatina longiludinale normalmente formata dai processi palatini. Il loro margine esterno è leggiermente arcuato ed un po' irregolare, e si articola per armonia coi detti processi. Nel palato osseo di altro fanciullo di età consimile ho veduto nel luogo che corrisponder dovrebbe a quella sutura armonica, invece due linee arcuate di esili forellini, Fig. 5, donde potevasi argomentare essere già esistita quella sutura, e quei due ossi inter-

(1) Vedi Mem. cit. della nostra Accademia delle Scienze. Serie cit. Tomo cit. pag. 418, Tav. I, Fig. 3.

calati, o wormiani. In un terzo fanciullo in cui la seconda dentizione era alquanto avanzata, mi si sono altresì presentate quelle due linee arcuate di forellini, ma più esili, e costeggianti un leggier rilievo medio palatino, cotal che uom sarebbe tentato a porre essere quei due wormiani gli ossi propri di quel rilievo, e di quell' incavo medio palatino. La divisata sutura armonica poi e la linea arcuata di forellini che dietro la sua obliterazione producesi, consentono con la fessura laterale, che s' incontra talvolta nel palato duro congenitamente, tutto che io non sappia dire se essa sutura si elevasse fino al pavimento delle fosse nasali o vero non l' aggiungesse a somiglianza della sutura pure armonica tra l' osso intermascellare ed il processo palatino, o sutura incisiva; imperocchè il cranio che me la presentava, essendo antico, mi ha impedito di disfarlo per accertarmene. Ma la sutura incisiva primitivamente l' aggiugne e comprende, rimanendone poi subito esclusa, chiudendosi per tempissimo in quel pavimento, non altrimenti che avviene nelle suture della volta craniense, le quali si obliterano internamente, intanto che rimangono aperte allo esterno; e così ha potuto essere per avventura rispetto la sutura tra gli ossi intercalati o wormiani ed i processi palatini, qualora esse non attingano il detto pavimento. Nella Fig. 4 in fine sono notabili due solchi suturali pertinenti all' articolazione dell' osso incisivo od intermascellare, uno anteriore davanti a cui sono gli alveoli dei denti incisivi di latte, uno posteriore che termina alla parte media circa dell' alveolo del canino di latte. Quel primo segna il limite dell' intermascellare di quelli incisivi di latte, il secondo segna il limite dell' intermascellare dei denti incisivi permanenti, i quali essendo più grandi importano una maggior estensione dell' osso intermascellare medesimo. Tale duplicità era già stata notata (1), ma non con quella interpretazione. Ognuno vede che questa duplicità di ciascun osso incisivo od intermascellare non è la divisata dall' Albrecht, il quale ha fatto dei due germi ossei onde si forma ciascun osso incisivo od intermascellare, due ossi incisivi od intermascellari da ogni lato, uno interno che porta l' alveolo del dente incisivo medio, ed uno esterno che porta l' alveolo del dente incisivo laterale, entrambi uniti per una sutura intermedia armonica, e l' esterno per la solita sutura incisiva od intermascellare con l' osso mascellare (2). La quale formazione di ciascun osso incisivo od intermascellare mediante due germi ossei si è avuta per una novità, ma a dir vero per una novità piuttosto attempatetta, stante che io nel 1836 me ne fui giovato a spiegare un labbro leporino medio recandolo alla mancanza del germe osseo interno dei due ossi incisivi od in-

(1) Encyclopedie anat. Traité d' osteologie ecc. pag. 53.
(2) Vedi Soc. d' Anthrop. de Bruxelles. Octobre 1882, pag. 73.

termascellari, e non essendoci che l' esterno unito ai mascellari (1). E la novità non era certamente nuova allora, conciossiachè Spix nella Cephalogenesis pubblicata nel 1815 l'attribuiva a Gian Federico Meckel. E qui se alcuno volesse che io aggiungessi ulteriori prove a conforto e più intera dimostrazione di questa duplicità, direi non essere ciò del mio proposito, ed aggiugnerei ch' egli potrebbe venir soddisfatto nel suo desiderio dall' osteogenesi di feti quinquemestri e semestri, ne' quali la distinzione dei due germi ossei dell' intermascellare od incisivo trovasi ben manifesta e più o meno estesa, per una leggier sutura interposta, che ben presto scompare, e per giunta dall' anatomia del labbro leporino laterale, in cui la fenditura del palato osseo non è certamente sempre tra l' intermascellare ed il mascellare, ma non di rado tra il germe osseo interno ed esterno dell' intermascellare medesimo, rimanendo tra essi un largo vuoto od intervallo che li separa e dilunga; e i due germi ossei interni riuniti in uno isolato sulla linea media veggonsi appiccati e sostenuti dall' estremità anteriore del vomere, intanto che i germi ossei esterni trovansi uniti ai mascellari, come nel labbro leporino medio sopraddiscorso. Lo che tutto convince la differenza tra questa duplicità, e la ritratta dalla Fig. 3, nella quale non sono i due germi ossei dell' intermascellare od incisivo che rimangono separati l' uno dall' altro per un solco, ma è l' incisivo od intermascellare che sostiene i denti incisivi di latte che prende una particella del processo palatino e dell' alveolo del dente canino di latte conformandosi in un novello incisivo od intermascellare più esteso e proporzionato al maggior volume degli incisivi permanenti, come è stato detto di sopra, unendosi esso ai mascellari per una novella sutura incisiva situata più in addietro, formantesi all' epoca della seconda dentizione, persistendo in quella la sutura incisiva fetale o dell' intermascellare od incisivo dei denti di latte, cotal che l' osso incisivo od intermascellare crescerebbe, e s' ingrandirebbe dall' avanti allo indietro a pro' dei denti incisivi permanenti. Nota Hamy che nei fanciulli di razza Negra (i quali sono ortognati fino alla seconda dentizione) apparisce in quest' epoca la sutura incisiva che non vedevasi innanzi, ma l' osso intermascellare od incisivo cresce e si prolunga anteriormente per amore del prognatismo, ed altrettanto avviene nei Neo-Caledoni: potrebbe congetturarsi, atteso la surriferita osservazione, che nei fanciulli di razza ortognata l' osso incisivo od intermascellare crescesse e si aggrandisse in direzione contraria per amore dell' ortognatismo.

(1) Memorie della Società Medico-Chirurgica di Bologna. Vol. I, Fasc. 2, pubblicato il giorno 5 Decembre 1836 in Bologna, pag. 204, e Fig. V della Tavola annessa.

Rafe palatino: isola di questo rafe corrispondente alla conformazione contraria al rilievo longitudinale medio-palatino: fossette situate a' lati del rafe presso il limite posteriore del palato duro.

Come la mucosa s' informa del rilievo medio-palatino, s' informa egualmente dell' incavo medio-palatino. Sulla linea media del palato duro e molle presenta essa un rafe biancastro, Fig. 6, il quale peró é ben lontano dall' apparire sempre, anzi spesso manca, e suol vedersi in individui di tempo. Ora questo rafe, essendovi l' incavo medio palatino, si fende in corrispondenza di esso, e descrivendo una specie di isola lo circonda, siccome dimostra la Fig. 7. Nella parte posteriore del palato duro occorre una moltitudine di orifizi glandulari, estesa pure al palato molle, fra' quali orifizi ne hanno due molto larghi situati uno al di quá, l' altro al di lá del rafe, Fig. 6, 7; i quali due maggiori orifizi conducono a due fossettine profonde un millimetro o poco piú, nelle quali mettono foce alcuni condottini escretori di glandole palatine, e che perció ricevono sembiante di brevissimi condotti escretori comuni. Questa conformazione non é certamente costante. Pare peró che Huschke pensasse diversamente ponendo senza restrizione che « A l' extremité du palais on trouve sur chacun des côtés de la ligne mediane un trou dans le quel s' ouvrent les conduits excreteurs de plusieures de ces glandes » (1). Ma Cruveilhier aveva detto che « Souvent ils existent » (2), cioé quei due orifizi maggiori a' lati del rafe posteriormente. Io ho voluto sapere e conoscere come andasse la cosa, ed a tal oggetto ho esaminato il palato in 100 cadaveri mascolini, e ho trovati quei due orifizi maggiori 26 volte, ma non sempre da tutti e due i lati, 16 volte a destra ed a sinistra del rafe o linea media ad un tempo, e 10 volte solo da un lato, 9 volte a destra soltanto, ed una a sinistra semplicemente. In cinquanta cadaveri muliebri poi ho trovato presso a poco le medesime proporzioni, cioé otto volte da ambo i lati, due a sinistra, e due a destra. Ond' é manifesto che la divisata conformazione non sempre esiste, e che non puó dirsi che spesseggi, ma neanco puó dirsi che sia troppo rara. Avendo cercato nello stivamento di glandole palatine acervate in corrispondenza di esse, se ce ne fosse un piccolo acervo distinto che le appartenesse, e massimamente fra quelle della nicchia o fossetta glandulare di Verga, non mi é venuto di scorgerne veruno. Lo che mi ha di tenebre coperta quella conforma-

---

(1) Encyclopedie anat. Tom. V. Splanchnologie, pag. 26.
(2) Op. cit. Tom. prem. pag. 396.

zione e postane in dubbio la interpretazione di condotto ed orifizio escretore comune, secondo che è stato detto di sopra; imperocchè se all' apparenza sembra così, non si sa intendere perchè non ci essendo quell' acervo glandulare proprio, debba esservi una conformazione che lo presuppone. Laonde mi è sorto nell' animo il pensiero, che, data pure quella interpretazione, non sia la sola, nè forse la vera, ma che habbiavene un' altra più conveniente ed a verità conforme, cioè che sia dessa reliquia od avanzo di particolare conformazione primitiva transitoria, che chi habbiane l' agio, a me oggi venuto meno, potrà investigare e conoscere. E ne persuade e conforta la congettura il considerare l' incostanza di quel condotto ed orifizio maggiore, essendo proprio di quelle reliquie od avanzi quando l' esserci e quando il non esserci. Ma poniamo fine a questi appunti, a' quali ho posto mano con l' intendimento non già di contraddire, ma di dichiarar meglio certi particolari dell' anatomia del palato duro, e di aggiugnere qualcosa al suo perfezionamento. Se io vi sia riuscito, lo giudicheranno coloro, che vorranno darsi la pena di leggere questa mia scrittura.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

FIGURA 1.

Varietà numerica dei solchi palatini: cresta trasversale o premarginale della porzione orizzontale dell' osso palatino: nicchia o fossetta glandulare di Verga.

a, solco palatino esterno.
b, solco palatino medio.
c, solco palatino interno, il quale manca a sinistra.
d, cresta trasversale, o premarginale della faccia inferiore della porzione orizzontale dell' osso palatino.
e, nicchia o fossetta glandulare di Verga, posta al davanti della cresta suddetta.
f, due forami molto distinti per maggiore larghezza situati dietro al setto che divide l' alveolo del dente incisivo laterale da quello del canino.

FIGURA 2.

Incisure che interrompono le creste limitanti i solchi palatini. Rilievo fusiforme medio-palatino pendente dalla volta ossea del palato, od esostosi medio-palatina di Chassaignac (Torus palatinus dei Tedeschi).

*f*², incisure che interrompono le creste od orli dei solchi palatini.
g, rilievo fusiforme medio-palatino suddetto al massimo di sviluppo nel palato osseo di una vecchia.

FIGURA 3.

Incavo, o concavità medio-palatina circoscritta da due orli rilevati nel palato osseo di una vecchia. Forami piuttosto larghi nel ramo longitudinale della sutura palatina invasa da sinostosi.

h, il detto incavo, o concavità.
i, forami suddetti.

FIGURA 4.

Incavo, o concavità medio-palatina in un fanciullo, la quale rende più alta parzialmente la concavità della volta ossea del palato. Wormiani medio-palatini od interpalatini, situati cioè fra i processi palatini dei mascellari superiori. Doppia sutura incisiva od intermascellare da ciascun lato; la quale duplicità divisa l' osso incisivo od intermascellare degli incisivi di latte da quello degli incisivi permanenti.

h, il detto incavo, o concavità medio-palatina.
k, *i*, due wormiani interpalatini che colla loro metà posteriore circa formano l' incavo, o concavità *h*.
l, sutura armonica tra essi wormiani ed i processi palatini dei mascellari superiori.
m, sutura incisiva od intermascellare anteriore.
n, sutura incisiva od intermascellare posteriore.

FIGURA 5.

Linee arcuate di forellini (linee foraminose), nel palato osseo di un fanciullo, le quali linee corrispondono alle suture armoniche obliterate

tra i wormianl medio-palatini ed i processi palatini dei mascellari superiori.

o, o, p, p, le dette linee.

FIGURA 6.

Rafe palatino, e due grandi orifizi di brevi condotti, o fossettine situate nel palato duro posteriormente, una al di quà, ed altra al di là del rafe. Orifizio di sbocco del canale di Stenson (meatus anterior e naribus in palatum Nicolai Stenonis).

q, il detto rafe.
r, gli orifizi situati nel palato duro a' lati di esso rafe posteriormente.
s, il detto orifizio di sbocco del canale di Stenson. Questo orifizio é situato alla parte posteriore un po' a destra della papilla posta dietro agli alveoli dei denti incisivi medi, qui obliterati, ed é del canale di Stenson destro che suol essere il più largo. Il sinistro, più stretto, termina alla metà circa del suo cammino discendente ; non aggiugnendo così il palato, come egualmente si comporta non di rado anche il destro, o vero aggingnendolo non ne perforano la membrana mucosa. In altri casi veggonsi i due canali discendendo unirsi, e così uniti sbuccare nel palato con un orifizio comune al centro della suddetta papilla. Entrambi gli orifizi ed i canali possono mancare non solo nell' adulto, ma e nel feto a termine e nei fanciulli ove sogliono essere più larghi, non rimanendone che un vestigio nel pavimento delle fosse nasali, vestigio consistente in due fossette cieche una a destra, l' altra a sinistra del setto cartilagineo del naso. Per la storia di questi canali e per le loro connessioni coll'organo di Jacobson, massime ne' mammiferi, consulta Huschke (Op. cit. pag. 561-62-63), Siebold et Stannius (Nouveau Manuel d'Anat. comparée. Tome Deuxieme, Paris 1850, pag. 436).

FIGURA 7.

Isola formata dal rafe palatino in corrispondenza dell' incavo, o concavità medio-palatina suddetta: orifizio di sbocco dei canali di Stenson.

t, la detta isola.
u, orifizio di sbocco, qui doppio, uno a destra, l' altro a sinistra, dei canali di Stenson.

Fig. 1ª
f
b
c
a
a
b
d
e
Fig. 2ª
f²
g
Fig. 4ª
m
m n
n
k
i
h
l
l
Fig. 5ª
p
o
p
o
Fig. 3ª
h
l
Fig. 6ª
s
q
r
r
Fig. 7ª
u
t
r
r
E. Contoli, dis. dal vero e in pietra.
Lit. G. Wenk e Figli – Bologna.

INDICE

INDICE